

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-фізичний факультет
Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ М.М. Ямшинський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” грудня 2019 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 136 – Металургія
(код і назва)

на тему: Ливарний комплекс авіаційного заводу та технологія виготовлення
виливків із алюмінієвих сплавів

Виконав: студент 2 курсу, групи ФЛ-81мп
(шифр групи)

Карповський Дмитро Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові) _____
(підпис)

Науковий керівник к. т. н., доцент Лютий Р.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Консультант з економічної частини к.е.н., доцент Нараєвський С.В.
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) _____
(підпис)

Консультант з нормоконтролю к. т. н., доцент Федоров Г.Є.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Рецензент к.т.н., доцент Доній О.М.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет Інженерно-фізичний

Кафедра Ливарного виробництва чорних і кольорових металів

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 136 – Металургія

Освітня програма – Комп'ютеризовані процеси лиття

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.М. Ямшинський

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ 04 ” вересня 2019 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

Карповський Дмитро Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Ливарний комплекс авіаційного заводу та технологія виготовлення виливків із алюмінієвих сплавів»

науковий керівник Лютій Ростислав Володимирович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «12» листопада 2019 року № 3890-с

2. Термін подання студентом роботи: грудня 2019 року.

3. Вихідні дані до проекту: 3.1 Матеріали переддипломної виробничої практики та література за темою дипломного проекту; 3.2 Потужність цеху: 5 тисяч тонн придатного литва за рік.

4. Перелік завдань, які потрібно розробити: Вступ; 1. Аналіз виробничої програми ливарного комплексу; 2. Режим роботи ливарного комплексу; 3. Розрахунок виробничих відділень цеху; 4. Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка; 5. Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка 6. Організаційно-економічна частина 7. Охорона праці. 5. Перелік графічного матеріалу: 5.1. План цеху. 5.2. Поперечний розріз цеху. 5.3. Технологія ливарної форми основного виробу (2 аркуші). 5.4. Технологія ливарної форми іншого виробу (1 аркуш). 5.5. Порівняльні техніко-економічні показники.

6. Перелік ілюстративного матеріалу: табл., рис.

7. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	к.т.н., доцент Федоров Г.Є.		
Економічна частина	к.е.н., доцент Нараєвський С.В.		

8. Дата видачі завдання 3 вересня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Переддипломна практика	02.09...27.10.2019р.	
2	Аналіз виробничої програми. Режим роботи	02.09...15.11.2019р.	
3	Розрахунок основних відділень цеху	02.09...27.10.2019р.	
4	Розроблення технології ливарної форми	02.09...27.10.2019р.	
5	Розрахунок спеціального завдання	16.11...25.11.2019р.	
6	Виконання графічної частини проекту	26.11...30.11.2019р.	
7	Виконання розділів з охорони праці та економічної частини	01.12...02.12.2019р.	
8	Оформлення дипломного проекту	03.12...04.12.2019р.	
9	Рецензування дипломного проекту	05.12...06.12.2019р.	
10	Захист дипломного проекту	10.12.2019р.	
11	Аналіз виробничої програми. Режим роботи	10.12...17.12.2019р.	
12	Розрахунок основних відділень цеху	19.12.2019р.	

Студент

_____ Д. О. Карповський
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Р. В. Лютий
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДЕСЕРТАЦІЇ

[illegible]

				ФЛ81мп.8106.1110.000		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробник	Карповський Д.О.			ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Лютий Р.В.				1	
Консультант					КПІ імені Ігоря Сікорського, ІФФ, ФЛ-81мп	
Н/контроль	Федоров Г.Є.					
Зав. кафедри	Ямшинський М.М.					

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської дисертації

на тему: Ливарний комплекс авіаційного заводу та технологія виготовлення виливків із
алюмінієвих сплавів

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 120 стор., табл. 55., 2 додатка.

Об'єкт дисертації – ливарний комплекс промислового литва та технологія виготовлення виливка.

Предмет проектування – розроблення технологічного процесу виготовлення виливків, організація виробничих відділень ливарного цеху, впровадження сучасних технологій виготовлення виливків.

Результати проектування – розроблення технології виготовлення виливка «Кришкаа».

Результати проектування можуть бути рекомендовані для впровадження при виготовленні промислових та художніх виробів із сталевих сплавів в умовах серійного виробництва.

У дисертації проведено основні розрахунки з організаційно-економічних чинників та приведені основні заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях із забезпеченням належних умов праці.

ПРОМИСЛОВА ПРОДУКЦІЯ, ПІЧ ОПОРУ, ПРЕС-ФОРМА

					ФЛ81мп.8106.1110.000				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					
Розроб.		Карповський Д.О			РЕФЕРАТ		Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Лютий Р.В.							
Т. Контр.							КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ, гр. ФЛ-81мп		
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.									

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация 120 стр., Табл. 55. 2 приложения.

Объект диссертации - литейный комплекс промышленного литья и технология изготовления отливки.

Предмет проектирования - разработка технологического процесса изготовления отливок, организация производственных отделений литейного цеха, внедрение современных технологий изготовления отливок.

Результаты проектирования - разработка технологии изготовления отливки «Кришкаа».

Результаты проектирования могут быть рекомендованы для внедрения при изготовлении промышленных и художественных изделий из стальных сплавов в условиях серийного производства.

В диссертации проведено основные расчеты с организационно-экономических факторов и приведены основные мероприятия по охране труда и безопасности в чрезвычайных ситуациях с обеспечением надлежащих условий труда. ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОДУКЦИЯ ПЕЧЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ, ПРЕСС-ФОРМА

					ФЛ81мп.8106.1110.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	РЕФЕРАТ	Літ.	Арквш	Арквшів
Розроб.		Карповський Д.О						
Перевір.		Лютій Р.В.						
Т. Контр.						КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ, гр. ФЛ-81мп		
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затверд.								

ABSTRACT

Diploma project: 120 pages, tab. 55., 2 appendices.

The object of the project is an industrial casting complex and casting technology.

The subject of design is development of technological process of casting production, organization of production departments of foundry shop, introduction of modern technologies of casting production.

The results of the design - the development of technology for the production of "Kryshka" casting.

The design results can be recommended for implementation in the manufacture of industrial and artistic steel alloy products in batch production.

The diploma project carried out basic calculations on organizational and economic factors and outlined basic measures for occupational safety and health in emergency situations with the provision of proper working conditions.

INDUSTRIAL PRODUCTS, PRESS FORM

					ФЛ81мп.8106.1110.000					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						
Розроб.		Карповський Д.О			ABSTRACT			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Лютий Р.В.								
Т. Контр.								КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ, гр. ФЛ-81мп		
Н. Контр.		Федоров Г.Є.								
Затверд.										

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

САТ– піч опору для виплавляння алюмінію,

мм - міліметр,

см - сантиметр,

град - градус,

кг - кілограм,

Н - ньютон,

с - секунда,

хв - хвилина,

об - оберт,

G – маса, G_д – маса деталі.

ТЕП – техніко-економічні показники;

ДСТУ – Державний стандарт України

ГОСТ – Міждержавний стандарт

					ФЛ81мп.8106.1110.000				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ, ОДИНИЦЬ, І ТЕРМІНІВ	УМОВНИХ СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Карповський Д.О							
Перевір.		Лютий Р.В.							
Т. Контр.							КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ, гр. ФЛ-81мп		
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.									

ЗМІСТ

ВСТУП.....	13
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ.....	16
1.1 Виробнича програма.....	16
1.2 Номенклатура виливків	18
2 РЕЖИМ РОБОТИ ЛИВАРНОГО КОМПЛЕКСУ.....	20
3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ.....	23
3.1 Плавильне відділення.....	23
3.2 Відділення лиття під тиском	30
3.3 Формувально-вибивальне відділення	31
3.4 Сумішоприготувальне відділення	33
3.5 Стрижневе відділення.....	37
3.6 Відділення фінішних операцій.....	39
3.7 Склади, додаткові відділення.....	39
3.8 Допоміжні дільниці.....	39
3.9 Контроль якості продукції.....	40
3.10 Транспорт ливарного комплексу.....	41
4 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КОРПУС МУФТИ».....	42
4.1 Загальна характеристика деталі	42
4.2 Сутність обраного способу виготовлення виливка.....	44
4.3 Обґрунтування положення виливка в формі та вибір площини роз'єму прес-форми.....	46
4.4 Величина усадки сплаву в різних напрямках виливка.....	46
4.5 Припуски на механічну обробку виливка.....	47
4.6 Вентиляційна система і фільтри.....	48

					ФЛ81.8106.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Карповський Д.						
Перевір.		Лютин Р.В.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затв.						НТУУ «КПІ», ІФФ		

4.7	Припустимі відхилення за розмірами і масі виливка.....	49
4.8	Розрахунок ливникової системи.....	49
4.9	Опис конструкції і характеристики.....	51
4.10	Порядок операцій.....	52
4.11	Змащення прес-форми.....	53
4.12	Технологія формоутворення.....	53
4.13	Виплавляння металу.....	54
4.14	Технологія заливання форм.....	55
4.15	Технологія видалення виливків.....	55
4.16	Технологія очищення і обрубки лиття.....	56
4.17	Можливі види браку.....	57
4.18	Вихід придатного литва.....	58
4.19	Основні правила безпеки.....	59
5	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «Шків».....	60
5.1	Обґрунтування вибраної технології.....	60
5.1.1	Загальна характеристика деталі.....	60
5.1.2	Вибір технологічного процесу виготовлення виливка.....	61
5.1.3	Обґрунтування положення виливка у формі.....	61
5.1.4	Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка.....	62
5.1.5	Визначення кількості та конструкції стрижнів.....	63
5.1.6	Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення	63
5.1.7	Характеристика модельного комплекту.....	63
5.1.8	Розрахунок розмірів опок.....	63
5.1.9	Характеристика вибраних опок.....	64
5.1.10	Розрахунок ливникової системи.....	66
5.1.11	Розрахунок розмірів надливів.....	66
5.1.12	Вибір формувальних і стрижневих сумішей.....	69
5.2	Технологія приготування сумішей.....	70
5.3	Технологія виготовлення форми.....	70

5.4	Технологія виготовлення стрижнів.....	71
5.5	Вибір способу захисту виливка від пригару.....	77
5.6	Контроль якості продукції.....	78
6	ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ.....	79
6.1	Майстерні для ремонту модельно - опочного оснащення.....	79
6.2	Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту і спецодягу.....	79
6.3	Ремонтно - механічна майстерня для поточного і середнього ремонту ливарного устаткування	79
6.4	Санітарно-технічна майстерня.....	80
6.5	Електроремонтна майстерня	80
6.6	Цехові лабораторії.....	80
7	СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО.....	81
8	ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ.....	83
9	ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	84
10	АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	89
10.1	Загальні положення.....	90
10.2	Архітектурна частина.....	90
10.3	Будівельні конструкції.....	90
10.3.1	Фундамент.....	90
10.3.2	Стіни.....	91
10.3.3	Колони.....	91
10.3.4	Вікна й двері.....	91
10.3.5	Підлога.....	91
10.3.6	Покриття.....	92
10.3.7	Покрівля.....	92
10.4	Побутові та адміністративні приміщення.....	92
11	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	94
11.1	Організаційний розділ.....	94
11.1.1	Розрахунок чисельності виробничих робітників.....	94

11.1.2	Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників.....	95
11.1.3	Визначення фонду заробітної плати.....	97
11.2	Економічна частина.....	97
11.2.1	Розрахунок капітальних вкладень.....	98
11.2.2	Витрати на паливо та енергію.....	99
11.2.3	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування.....	100
11.2.4	Загальновиробничі витрати.....	103
11.2.5	Витрати внаслідок техніко неминучого браку та інші виробничі витрати.....	104
11.2.6	Адміністративні витрати.....	105
11.2.7	Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва.....	105
11.2.8	Позавиробничі витрати на збут продукції.....	108
11.2.9	Складання планової калькуляції собівартості продукції.....	109
11.3	Оцінка ефективності проектних рішень.....	109
12	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ.....	110
12.1	Організаційні питання охорони праці на підприємстві.....	111
13	БІЗНЕС-ПРОЕКТ.....	113
13.1	Команда.....	113
13.2	Назва проекту.....	113
13.3	Короткий опис проекту.....	113
13.4	Бізнес-модель.....	114
13.4.1	Цінний продукт.....	115
13.4.2	Сегмент споживачі.....	116
13.4.3	Канали збуту.....	116
13.4.4	Взаємодія з споживачами.....	117
13.4.5	Дохід (монетизація).....	117
13.4.6	Ключові види діяльності.....	117
13.4.7	Ключові ресурси.....	118
13.4.8	Ключові партнери.....	118
13.4.9	Витрати.....	118

13.5 Споживчі властивості товару.....	118
13.6 Дослідження ринку.....	119
13.7 Дослідження конкурентного оточення.....	119
13.8 Маркетингова стратегія просування.....	119
13.9 Елементи фінансового плану.....	119
13.9.1 Опис бізнес-проекту.....	119
13.9.2 Опис товару/послуги/технології.....	119
13.9.3 Маркетинг та продаж	120
13.9.4 Фінансовий план.....	120
13.9.5 Резюме	120

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

					ФЛ81.8106.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

ВСТУП

Світ стає все більш мобільним і потребує транспорту різної категорії, різного призначення, як наземного так і повітряного.

Авіабудування повинно бути на високому рівні, для забезпечення безпеки людей, як в небі, так і на землі, так же легкість, яка забезпечить економічність і дальність польоту, великий запас міцності при непогодних умовах тощо.

Ливарне виробництво забезпечує досить велику потребу всіх категорій машино- і літакобудування, але умови до виливків для літаків висуваються дуже обмежені, мала вага, велика міцність, довготривала експлуатація, малий об'єм, і вібростійкість. Ці вимоги дають можливості для впровадження сплавів принципово нового хімічного складу, покращення технології лиття сплавів які вже застосовуються. Це все дає перспективність розвитку не тільки авіабудуванню, а і в подальшому машинобудування, ракето і тощо.

Для розвитку технологій, як лиття так і сплавів, потрібно принципово нове устаткування, розміщення, використання сучасного екологічного транспорту, впровадження новинок в області ливарного виробництва.

Ливарне виробництво у авіації. Українська авіаційна промисловість відома по всьому світу завдяки дуже відомим літакам марки «Ан», «Боїнг», Ан-225 «Мрія» – найбільший та найпотужніший у світі транспортний літак, створений київським КБ імені Антонова. Головний конструктор Віктор Ілліч Толмачов [1].

Українські літаки відомі своєю міцністю, надійністю, простотою конструкції, але все це залежить не тільки від умінь конструкторів, а і від якості деталей які використовуються і якості металу.

					ФЛ81мп.8106.1110.000		
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат	ВСТУП		
Розроб.		Карповський Д.О					
Перевір.		Лютій Р.В.					
Т. Контр.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.							
					Лім.	Арквш	Арквшів
					КПП ім. І. Сікорського, ІФФ, гр. ФЛ-81мп		

Тому покращення ливарного виробництва у такій промисловості, як авіабудування повинно займати чи не найперше місце, використання нових матеріалів, запроваджувати нові технології виробництва деталей, покращувати технологію литва для вже існуючих деталей, а також можливі заміни зварних деталей литими, що здешевлять виробництво і пришвидшать його.

Ливарне виробництво в авіабудуванні це литво не тільки виливання деталей літака це також забезпечення машинами для обслуговування літака, інструментів для заміни деталей тощо.

Також авіабудування не обмежується літакобудуванням це лиш невелика частинна будування, на території заводу багато відділень, які займаються будування транспорту обслуговування, машини для заправки літака, тягачі, машини трапи, очищувачі злітної смуги і інше. Це спеціальна техніка для обслуговування аеропортів, транспортування літаків, яка має обмежене коло використання, і звичайна техніка може не підійти через непристосованість кріплень, малу потужність, великі габарити, малу продуктивність. Через невеликий тираж спеціальної техніки, є доцільність зменшення вартості литва, і якість литих деталей.

Авіаційна промисловість України. Авіаційна промисловість України – галузь машинобудування України. Авіабудівна галузь є стратегічно важливою для України і однією з базових галузей національної економіки.

Україна належить до небагатьох країн світу, що володіють повним циклом (макротехнологією) створення авіаційної техніки, і займає провідне місце на світовому ринку в секторі транспортної та регіональної пасажирської авіації. За рівнем розвитку літакобудування Україна належить до найбільш розвинутих держав. Таку промисловість мають п'ять – шість держав, які застосовують високі технології. Виробництво великих пасажирських літаків взагалі освоїли всього кілька держав. Найбільші літаки – аеробуси: вони вміщають близько 300 пасажирів. Їх випускають компанії «Airbus» (Євросоюз) і «Boeing» (США). Літаки, розраховані на меншу кількість пасажирів, виробляються у країнах ЄС (компанії «ATR» і «Saab AB»), в Канаді «Bombardier», у Бразилії («Embraer»), в Ірані (HESA) і в Україні – на Харківсь-

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

кому авіазаводі і на київському «Антонові». Зайнятися пасажирським авіабудуванням збирається Китай – там колосальна потреба в цьому виді авіатехніки. Деякі моделі літаків типу Ан випереджають аналогічні світові зразки на три – чотири роки. Літакобудування є однією з найбільш прибуткових і в той же час найбільш капіталоемних галузей машинобудування [1].

У 2010–2012 підприємствами авіабудування виготовлено та передано замовникам 19 літаків [1].

У 2013 продовжується виконання контракту державним підприємством «Завод 410 цивільної авіації» щодо ремонту літаків Ан-32 для військово-повітряних сил Індії [1].

Потенціал. Галузь нараховує понад 60 підприємств, на які припадає близько 25 відсотків зайнятих у машинобудуванні в Україні. Основу галузі становлять п'ять великих підприємств, на яких зосереджено дві третини працівників галузі. Потенціал авіаційної промисловості дає змогу збільшувати обсяги розроблень і виробництва авіаційної техніки, зокрема [1]:

- регіональні пасажирські та транспортні літаки;
- авіаційні двигуни та агрегати;
- бортове радіоелектронне обладнання, орієнтоване на використання;
- супутникових систем зв'язку, навігації та спостережень;
- вертольоти та літальні апарати малої авіації, зокрема безпілотні.

До перспективних розробок галузі можна віднести:

- літаки типу Ан-74, Ан-38, Ан-70, Ан-124, Ан-140, Ан-148, Ан-178, Ан-225 та їх модифікації;
- серійне виробництво двигунів Д-27, Д-18Т четвертої серії, AI-450, AI-222-25, ВК-2500;
- український гвинтокрил.

До авіабудування України виявляють інтерес російські, європейські та китайські інвестори [1].

Державним підприємством «Антонов» укладено контракт на виготовлення 47 літаків Ан-148 та їх модифікацій для іноземних замовників [1].

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Досягнуто принципової згоди з Російською Федерацією щодо відновлення спільного виробництва літака Ан-124 «Руслан» та закінчення робіт з розроблення та виробництва літака Ан-70.

Прийнято Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про розвиток літакобудівної промисловості» щодо державної підтримки збуту авіаційної техніки вітчизняного виробництва», виконання якого сприятиме здешевленню авіаційної техніки для авіакомпаній та підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних авіакомпаній [1].

Перспективи. Під час виставки IDEX 2019, що проходила в Абу-Дабі 17-21 лютого, була представлена детальна інформація про новий безпілотний бомбардувальник великого радіуса дії (UCAV).

Саудівська компанія Science Technology разом з партнерами з Південної Кореї, США та України запускає програму, яка використовуватиме новітні технології та досвід бойових дій для розробки нової безпіотної повітряної платформи, яка зможе перевозити декілька тон високоточного озброєння.

Отже, авіабудування включає в собі різноманітність виливків ливарного виробництва різної направленості техніки, використання надлегких сплавів, потенційно нового обладнання, що забезпечує можливість застосування нових технологій литва, дослідження властивостей тих чи інших сплавів та задовольняє потребу сучасності ливарного виробництва.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЛИВАРНОГО КОМПЛЕКСУ

1.1 Виробнича програма

Виробнича програма для створення ливарного комплексу авіаційного заводу, полягає у виробництві 5 тон придатних виливків, для ремонту і модернізації в авіабудуванні.

Класифікація виробництва:

- за родом металу – сплави на основі алюмінію;
- за серійністю виробництва – серійне;
- за масою виливків, що виготовляються – до 35 кг;
- за рівнем механізації – середньо механізований;
- за потужністю – 5 тон придатних виливків на рік;
- за методом виробництва виливків – лиття в піщано-глинясті форми

та спеціальні методи лиття: лиття під тиском.

1.2 Номенклатура виливків

Підприємство виготовляє велику номенклатуру виливків, які мають застосування у багатьох галузях машинобудування, що виготовляються за допомогою лиття в піщано-глинясті форми та литтям під тиском.

Ливарний комплекс авіаційного заводу має таку номенклатура виливків, які виготовляються на ДП “АНТОНОВ” наведені у табл. 1.1.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЛИВАРНОГО КОМПЛЕКСУ	Літ.	Аркviii	Аркviii
Розроб.		Карповський Д.О.						
Перевірю.		Лютій Р.В.						
Т. Контр.						КПІ імені Ігоря Сікорського, ІФФ, гр. ФЛ-81мп		
Н. Контр.								
Затверд.								

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків

№	Найменування	Маса виливка	Маса деталі	Кількість деталей у формі	Марка сплаву
1	2	3	4	5	6
1	Корпус	0,6	0,52	2	АМ4,5Кд
2	Кронштейн	1,3	1,2	1	АМ4,5Кд
3	Кронштейн 1	0,9	0,8	4	АМ4,5Кд
4	Корпус блока рукоятки	9,0	8,1	1	АК7
5	Кронштейн 2	0,7	0,6	4	АК7
6	Корпус 1	1,970	1,62	2	АМ4,5Кд
7	Ручка внутрішня	5,0	4,5	1	АК7
8	Кронштейн 3	3,0	2,9	4	АМ4,5Кд
9	Кронштейн 4	3,0	2,8	1	АК7
10	Кронштейн 5	8	7,7	1	АК7
11	Кронштейн кутовий	2,2	2,0	3	АК7
12	Кронштейн кутовий 1	2,8	2,33	1	АМ4,5Кд
13	Профіль опорний	32	30	1	АК7
14	Профіль опорний 1	5,2	4,8	1	АК7
15	Карман верхній	7,5	6,9	1	АМ4,5Кд
16	Кронштейн кутовий 2	1,5	1,35	2	АМ4,5Кд
17	Профіль опорний 2	3,0	2,75	1	АК7
18	Фітинг	1,2	0,82	2	АМ4,5Кд
19	Окантовка	2,0	1,75	4	АК7
20	Кронштейн 6	10,0	9,5	1	АМ4,5Кд
21	Кронштейн 7	17	16,2	1	АМ4,5Кд
22	Шків	12,0	10	1	АМ4,5Кд
23	Кронштейн 9	6,1	5,8	1	АМ4,5Кд
24	Кронштейн 10	3,7	3,3	2	АМ4,5Кд
25	Кронштейн 11	14,0	13,3	1	АМ4,5Кд
26	Кронштейн 12	0,6	0,52	4	АК7

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк.
Зм.	Анк.	№ докв.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
27	Корпус 2	0,6	0,52	4	АК7
28	Кронштейн 13	7,0	6,5	2	АМ4,5Кд
29	Петля	6,0	5,3	1	АК7
30	Ручка	0,9	0,76	4	АК7
31	Корпус 3	3,5	3,2	1	АК7
32	Навіска	7,15	6,87	1	АК7
33	Корпус замка	4,8	4,29	2	АК7
34	Корпус 4	4,0	3,69	1	АМ4,5Кд
35	Корпус 5	1,2	1,75	4	АК7
36	Сухар	1,8	1,5	3	АК7
37	Колодка затискна	2,3	2,1	1	АК7
38	Колодка затискна 1	1,2	0,9	4	АК7
39	Колодка затискна 2	3,06	2,6	1	АК7
40	Колодка затискна 3	1,2	0,9	4	АК7
41	Балка опорна	17	15,9	1	АК7
42	Корпус муфти	25,4	25	1	АК7

Виливки, котрі виготовляються із сплаву АМ4,5Кд має високу міцність та жаростійкість, тому застосовуються при підвишених температурах.

Виливки, котрі виготовляються сплавом АК7, застосовують для фасонних виливків.

Виливки виготовлені із сплавів АК7 та АМ4,5Кд повинні бути виготовлені якісно та відповідати усім вимогам, що висунуті до них, без основних дефектів та браку. Брак – це сукупність дефектів литва, яке неможливо виправити, без додаткового технологічного виконання. Брак литва на підприємстві складає близько тридцяти відсотків, що задовольняє вимоги для виробництва продукції зі сторони економічності.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докв.	Підпис	Дата		

Для розрахунку кількості виробів на рік скористаємось формулою (1.1):

$$N = 5000 / \Sigma(m * n), \quad (1.1)$$

де N – кількість виробів на рік;

m – маса деталі, т;

n – кількість деталей на виріб.

$$N = 5000 / 0,28 = 1400$$

Кількість виробів на рік алюмінієвого сплаву становить 1400. Це розрахунок без додаткових незапланованих робіт, чи замовлень невідкладного характеру, тобто план на річну програму ливарного комплексу. Тому розбиваємо номенклатуру виливків на виробництво виливків за способом виготовлення. Лиття у піщано-глинясту форму та литтям під тиском, розділ виливків по масі не потребує розділення тому, що виливки не перевищують по масі 35 кг, що не потребує механічного крану для заливання виливка.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк.
Зм.	Анк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Програма лиття

№	Код деталі	Найменування	Марка сплаву	Маса виливка	Маса деталі	Кількість виливків	Загальна маса
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0601	Корпус	АМ4,5Кд	0,6	0,52	2	1,04
2	0602	Кронштейн 1	АМ4,5Кд	0,9	0,8	4	3,2
3	0603	Фітинг	АМ4,5Кд	1,2	0,82	2	1,64
4	0604	Кронштейн	АМ4,5Кд	1,3	1,2	1	1,2
5	0605	Кронштейн кутовий 2	АМ4,5Кд	1,5	1,35	2	2,7
6	0606	Корпус 1	АМ4,5Кд	1,970	1,62	2	3,24
7	0607	Кронштейн кутовий 1	АМ4,5Кд	2,8	2,33	1	2,33
8	0608	Кронштейн 3	АМ4,5Кд	3,0	2,9	4	11,6
9	0609	Кронштейн 10	АМ4, 5Кд	3,7	3,3	2	6,6
10	0610	Корпус 4	АМ4,5Кд	4,0	3,69	1	3,69
11	0611	Кронштейн 9	АМ4,5Кд	6,1	5,8	1	5,8
12	0612	Кронштейн 13	АМ4,5Кд	7,0	6,5	2	13
13	0613	Карман верхній	АМ4,5Кд	7,5	6,9	1	6,9
14	0614	Кронштейн 6	АМ4,5Кд	10,0	9,5	1	9,5
15	0615	Шків	АМ4,5Кд	12,0	10	1	9,5
16	0616	Кронштейн 11	АМ4,5Кд	14,0	13,3	1	13,3
17	0617	Кронштейн 7	АМ4,5Кд	17	16,2	1	16,2
18	0618	Корпус 2	АК7	0,6	0,52	4	2,08
19	0619	Кронштейн 12	АК7	0,6	0,52	4	2,08
20	0620	Кронштейн 2	АК7	0,7	0,6	4	2,4
21	0621	Ручка	АК7	0,9	0,76	4	3,04
22	0622	Корпус 5	АК7	1,2	1,1	4	4,4
23	0623	Колодка затискна 3	АК7	1,2	0,9	4	3,6
24	0624	Колодка затискна 1	АК7	1,2	0,9	4	3,6
25	0625	Сухар	АК7	1,8	1,5	3	4,5
26	0626	Окантовка	АК7	2,0	1,75	4	7
27	0627	Колодка затискна	АК7	2,3	2,1	1	2,1

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк.
Зм.	Анк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
28	0628	Кронштейн кутовий	AK7	2,2	2,0	3	6
29	0629	Кронштейн 4	AK7	3,0	2,8	1	2,8
30	0630	Профіль опорний 2	AK7	3,0	2,75	1	2,75
31	0631	Колодка затискна 2	AK7	3,06	2,6	1	2,6
32	0632	Корпус 3	AK7	3,5	3,2	1	3,2
33	0633	Корпус замка	AK7	4,8	4,29	2	8,58
34	0634	Ручка внутрішня	AK7	5,0	4,5	1	4,5
35	0635	Профіль опорний 1	AK7	5,2	4,8	1	4,8
36	0636	Петля	AK7	6,0	5,3	1	5,3
37	0637	Навіска	AK7	7,15	6,87	1	6,87
38	0638	Кронштейн 5	AK7	8	7,7	1	7,7
39	0639	Корпус блока рукоятки	AK7	9,0	8,1	1	8,1
40	0640	Балка опорна	AK7	17	15,9	1	15,9
41	0641	Корпус муфти	AK7	25,4	25	1	25
42	0642	Профіль опорний	AK7	32	30	1	30
Разом							280,34

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ		Анк.
Зм.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата			

2 РЕЖИМ РОБОТИ ЛИВАРНОГО КОМПЛЕКСУ

Режим роботи ливарного авіаційного комплексу, попередньо приймаємо за однозмінний режим роботи всіх відділень.

Режим роботи ливарного комплексу авіаційного заводу, не може бути двозмінним, як рекомендовано літературою, через малу кількість замовлень на виливки, економічну кризу, малу потребу на литво, через здешевлення закордонних деталей. Тому вибір – однозмінний 8 – годинний режим роботи, роботі відділень, який співпадає з режимом роботи заводу ДП “АНТОНОВ” .

Проводимо розрахунки фондів часу роботи устаткування і робітників.

Календарний фонд часу розраховуємо за формулою:

$$\Phi_k = P \cdot D, \quad (2.1)$$

де Φ_k – календарний фонд часу, год;

P – кількість днів у одному році;

D – кількість годин у одній добі;

Підставивши дані у формулу, отримаємо:

$$\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

Номінальний фонд часу, Φ_n – це час, протягом якого може виконуватися робота за прийнятним режимом, без урахування планових і непередбачуваних утрат часу.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			
Розроб.		Карповський Д.О			РЕЖИМ РОБОТИ ЛИВАРНОГО КОМПЛЕКСУ	Літ.	Арк.виш.
Певеніп.		Лютій Р.В.					
Т. Контр.						КПІ імені Ігоря Сікорського, ІФФ, гр.ФЛ-81мп	
Н. Контр.							
Затверд.							

Номінальний фонд часу розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{н}} = C \cdot \Gamma, \quad (2.2)$$

де $\Phi_{\text{н}}$ – номінальний фонд часу, год;

C – кількість днів у році, з урахуванням святкових та вихідних днів;

Γ – кількість годин в залежності від кількості змін роботи, одна зміна дорівнює 8 годинам.

Із урахуванням святкових і вихідних днів, рік має 250 робочих днів. При однозмінному (8-годинному) режимі роботи робітників номінальний фонд розраховуємо:

$$\Phi_{\text{н}} = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ год.}$$

Ефективний фонд часу, $\Phi_{\text{е}}$ визначається шляхом віднімання від номінального фонду утрат часу на освоєння виробництва та непередбачуваних утрат. Розраховуємо $\Phi_{\text{е}}$ за формулою:

$$\Phi_{\text{е}} = \Phi_{\text{н}} - B, \quad (2.3)$$

де $\Phi_{\text{н}}$ – номінальний фонд часу, год;

B – витрати часу на освоєння виробництва та непередбачені втрати, за умови 40-годинного робочого тижня і 4-х тижневої відпустки ефективний фонд часу для робітників становить:

$$\Phi_{\text{е}} = 2000 - (4 \cdot 40) = 1840 \text{ год}$$

За умови 40-годинного робочого тижня номінальний фонд роботи устаткування становить 2000 годин при роботі в одну зміну (250 робочих днів).

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо 7% незапланованих втрат часу при роботі устаткування, тоді:

$$\Phi_{\text{н}} = 2000 - (2000 \cdot 0,07) = 1860 \text{ год.}$$

Усі дані щодо режиму роботи цеху і фондів часу наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Режим роботи ливарного цеху та фонди часу

Інд. позиції	Найменування відділення, дільниці	Кількість робочих змін на добу	Ефективний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітника
1	Плавильне відділення з дільницею підготовки шихти	1	1940	1840
2	Відділення лиття під тиском	1	1920	1840
4	Формувально-вибивальне відділення	1	1860	1840
5	Заливальне відділення	1	1920	1840
6	Сумішоприготувальне відділення з бункерами відстійниками	1	1920	1840
7	Стрижневе відділення	1	1880	1840
8	Відділення фінішних операцій	1	1860	1840
9	Склади, додаткові відділення	1	1900	1840

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ локум.	Піппис	Дата		

3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ

Проектування виробничих відділень ливарного комплексу авіаційного заводу ДП “АНТОНОВ”. При виборі устаткування треба враховувати сучасність обладнання, та його можливість забезпечувати продуктивність і технологічність процесу.

3.1 Плавильне відділення.

Для виправлення алюмінієвих сплавів на території комплексу вибрано найрозповсюджену на сучасному ринку продажів, це піч опору тигельна.

Кількість печей, визначають за формулою:

$$n = \frac{B_p \cdot K_H}{\Phi_d \cdot q}, \quad (3.1)$$

де B_p – річна потреба в рідкому металі по цеху, дільниці або груповому потоку, т;

K_H – коефіцієнт нерівномірності виплавлення і витрачання рідкого металу(1,1...1,2);

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи плавильного агрегату, год;

q – продуктивність плавильного агрегату, т/год.

Підставивши дані у формулу (3.1), отримаємо:

$$n = \frac{5 \cdot 1,2}{1960 \cdot 0,0012} = 2,5$$

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Карповський Д.О			РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ		Літ.	Арквш	Арквшів
Перевір.		Лютый Р.В.							
Т. Контр.							КПІ імені Ігоря Сікорського, ІФФ, гр.ФЛ-81мп		
Н. Контр.									
Затверд.									

Виробник «Бортек», який продається по всьому світі і займається виключно печами різного призначення, піч для виплавки алюмінію прийнято САТ-0,3/10 С. Технічні характеристики якої наведено в табл. 3.1.

Через використання двох сплавів АМ4,5Кд і АК7, які можуть заливатися одночасно, і з перспективою росту і розвитку комплексу, прийнято взяти на використання 3 печі САТ-0,3/10 С: для виплавки сплавів,

Шихтові матеріали подаються на плавильну дільницю транспортом. Брухт подається на дільницю підготовки шихтових матеріалів зі складу. Завантаження шихтових матеріалів проводиться вручну.

Таблиця 3.1 – Характеристики стаціонарної тигельної електропечі САТ-0,3/10 С

Характеристики	Числові показники
Потужність, кВт	73
Параметри електроживлення	3×380 В, 50 Гц
Максимальна температура в робочому просторі, °С	1000
Діапазон автоматичного регулювання температури, °С	40...1000
Місткість тигля по алюмінію, кг	~ 300
Габаритні розміри, мм, ширина × довжина × висота, ±10%	1400 × 1800 × 1900
Стабільність підтримання температури у сталому тепловому режимі, без садки, °С, не гірше	± 5
Тип терморегулятора / Тип термопари	ТРП-08-ТП (по замовчуванню) / ТХА
Довжина кабелю, м	5
Маса печі, кг, не більше	1380

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ локум.	Піппис	Дата		

3.2 Відділення лиття під тиском

Відділення лиття під тиском вміщує в собі машини для лиття алюмінієвих сплавів горизонтальною камерою пресування, технічні характеристики яких наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики машини 711Б09 [4]

Індекс позиції	Назва параметрів та розмірів	Величина
1	Зусилля запирання прес-форм, кН	4000
2	Маса порції алюмінієвого сплаву, що заливається, кг	6,0
3	Хід рухомої плити, мм	530
4	Зусилля пресування, кН	450
5	Зусилля центральних виштовхувачів, кН	240
6	Хід центральних виштовхувачів, мм	125
7	Найбільша швидкість неробочого ходу пресового плунжеру, м/с, не менше	5
8	Встановлена потужність двигуна, кВт	30
9	Робочий тиск (найменше і найбільше), МПа	42...189
10	Товщина прес-форми, мм: найбільша найменша	
		710
		320
11	Діаметр наповнювальних стаканів, мм:	45...95
12	Габаритні розміри машини, мм: довжина ширина висота	7400
		1650
		1900
13	Маса машини, кг, не більше	19300

Метал для заливання у пресувальну машину з горизонтальною камерою пресування, використовується безпосередньо із плавильного відділення, у дозувальну піч, що входить у комплекс установки.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк.
Зм.	Анк.	№ локум.	Підпис	Дата		

3.3 Формувально-вибивальне відділення

Виходячи з особливості технологічного процесу, формувальне відділення є поєднаним із вибивальним відділенням. Допоміжним устаткуванням слугують рольганги, які переміщують опоки зі сумішшю до заливального відділення та до відділення фінішних операцій. У цьому відділенні здійснюються операції формування ливарної форми із піщано-глинястої суміші для заливання розплавом, а також вибивання цих же ливарних форм після заливання та охолодження розплаву.

Відділення розміщується між заливальним відділенням та відділенням фінішних операцій. У відділенні виконуються наступні операції: формування опоки із піщано-глинястої суміші, встановлення стрижнів, вибивання ливарних форм.

3.4 Сумішоприготувальне відділення

Виходячи з особливості технологічного процесу, та невеликої номенклатури виробів, сумішоприготувальне відділення виготовляє піщано-глинясті ливарні форми, для лиття алюмінієвих сплавів АМ4,5Кд та АК7. Для приготування формувальної піщано-глинястої суміші використовують наступні компоненти: оборотна суміш, кварцовий пісок, бентоніт та крохмаліт у табл. 3.3. У табл. 3.3 також наведена характеристика суміші.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ локум.	Пілпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Склад і властивості формувальної суміші по-сирому

Вид суміші	Склад суміші, мас.ч. %				Властивості	
	Оборотна суміш	Кварцовий пісок 2К О2 202, ГОСТ 2138-91	Бентоніт ППТ1, ГОСТ 28177-89	Крохмаліт	Газопроникність, од.	Міцність при сти- ску, МПа
Формува- льна су- міш	93,0	5,0...8,0	1,2...2,0	0,05...0,1	70	0,18

Приготування формувальної суміші відбувається на котковому змішувачі з вертикально обертовими котками (рис. 3.1)

Коткові змішувачі (бігуни) мають нерухому чашу 1 (рис. 3.1) і два гладких котки 2 (посаджених на осі 4), які котяться по шару змішаного матеріалу навколо центрального вертикального вала 3. За допомогою плужка 5 і 6 змішувальний матеріал направляється під котки. Котки змонтовані на кривошип таким чином, що при попаданні під них випадкових твердих предметів можуть підніматися і пропускати останні. Між катками і днищем чаші маєтся регульований зазор (до 25 мм), який запобігає дроблення катками піщаних зерен суміші. Готовий заміс вивантажується із змішувача через вікно 7 в днищі чаші. Завантаження вихідних матеріалів і вивантаження суміші здійснюються періодично [1].

Розрізняють коткові змішувачі з гумовими котками, днище та борти чаші також облицьовані гумовими пластинами. Таке виконання дає гарне змішування в результаті великого коефіцієнта тертя гуми і високу продуктивність. Термін служби таких катків і чаші більше, ніж ковзанок у звичайному металевому виконанні [1].

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Анк.	№ локум.	Пілпис	Дата		

Змішувач являє собою стаціонарну установку з пультом управління 1. Сухий кварцовий пісок з основного стаціонарного бункера, розташованого над установкою, надходить в приймальний бункер 6 машини. Через шиберний дозатор 5 пісок надходить у шнековий змішуючий механізм 2 з індивідуальним приводом 7. В шнеку пісок змішується з каталізатором, який подається насосом 8 із спеціальної ємності, розташованої в нижній частині станини 9, по одному з шлангів 10 через розбризкують трубку 4. Одночасно з ємності, також розташованої в нижній частині станини, аналогічним чином подається смола в шнек через розбризкують трубки 3. У міру обертання шнекового механізму всі компоненти суміші змішуються і переміщуються до розвантажувального патрубка 11, звідки потрапляють у стрижневу піскодувну машину [1].

Послідовність введення матеріалів:

- завантаження свіжого піску;
- завантаження каоліну;
- перемішування протягом 2 хв.;
- завантаження рідкого скла;
- перемішування протягом 5...6 хв.

Міцність та інші властивості формувальних і стрижневих сумішей залежать від послідовності введення компонентів у змішувач [9].

Використання машини 4727 виконується тільки у стрижневому відділенні табл.3.4.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Склад холоднотвердної суміші (ХТС).

Склад , % мас			Властивості			
Кварцовий пісок марки ЗКЗ ОЗ 016	Синтетична смола ФФ-1Ф	Каталізатор БСК	Газопроникність, ум. од	Живучість, хв	Час витримки стрижня в ящику, хв	Міцність після витримки, МПа, не менше
100	2,0...2,5	0,5...0,6	200...250	5...10	до 60	0,7

3.6 Відділення фінішних операцій

Залита та охолоджена ливарна форма, яку потрібно вибити, подається на полотно інерційно-вибивальної решітки IP-120. Схема наведена на рис 3.3

Вибивна інерційна решітка являє собою корпус 1, встановлений на пружинну підвіску 6 заданої жорсткості, що спирається на раму 4. На обертовому в підшипниках 7 інерційному валу 3 встановлено закріплені і змінні вантажі 5, що утворюють дисбаланс. Під дією відцентрової сили, що виникає при обертанні інерційного валу, і пружної сили підвіски корпус решітки і вибивається форма отримують коливальний рух. Дія вібрації на електродвигун пом'якшується еластичною муфтою 8 [1].

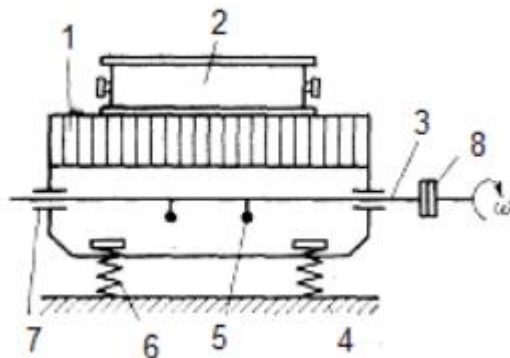


Рисунок 3.3 – Принципова схема вибивної інерційної решітки [1]

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ локум.	Пілпис	Дата		

При обертанні валу виникають відцентрові сили, які при наявності нерівноваженої маси починає коливатися вал та скріплену з ним решітку. Частота коливання решітки дорівнює частоті обертання валу. В випадку коли форма, що підлягає вибиванню стоїть на полотні решітки, вона при русі останньої вгору відривається від неї на певну висоту і падає на решітку знов. При ударі відбувається руйнування форми [13]. Технічні характеристики машини IP-120 наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики машини IP-120

Найменування	Норма
Сила удару струшування, т/с	2
Амплітуда коливань, мм	28
Розмір поверхні, мм	1850×1330
Частота обертання валу, об/хв	595
Електродвигун	B71B4
Загальна маса решітки, кг	2360

Відокремлення ливникової системи, заливів, випорів та інших нерівностей, як на зовнішній так і на внутрішній поверхнях виливків, здійснюють відрізними інструментами.

Для зачищення місць живильників, випорів і надливів використовують спеціальні установки, які забезпечені абразивними корундовими або карбокорундовими кругами. Просіки, гострі краї, залишки елементів ливникових систем на дрібних виливках зачищаються на шліфувальних верстатах [6].

3.7 Склади, додаткові відділення

У цеху передбачено склад готової продукції (виливків). Розрахунки виконуються виходячи з терміну зберігання виливків протягом 12 діб. Виливки зберігаються в тарі. У цеху передбачено склади: опок на формувально-заливальному відділенні; стрижнів та стрижневого оснащення у стрижневому відділенні.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ локум.	Піппис	Дата		

Стрижні та стрижневі ящики зберігаються на окремих стелажах. Крім цього, в цеху розміщені проміжні бункери для зберігання та поповнення запасів піску для формувальної лінії лиття за моделями, що газифікуються. Кварцовий пісок переміщують з дільниці підготовки піску до сумішоприготувального відділення за допомогою пневмотранспорту, а оборотна суміш з вибивних ґраток через магнітний сепаратор і сито – до змішувачів транспортується за допомогою транспортера.

Склад шихтових матеріалів знаходиться поряд з плавильним відділенням, а склади формувальних та стрижневих матеріалів – у прогоні, який прилягає до сумішоприготувального відділення, в цьому ж прогоні складається і готова продукція.

3.8 Допоміжні дільниці

Площа допоміжних дільниць, яка складається з кімнати майстра – 18 м², складів: парку контейнерів – 7 м², складу зберігання оснащення – 6 м², комори – 12 м²

3.9 Контроль якості продукції

Контроль якості включає в себе постійний контроль сирих матеріалів та спостереження за виконанням всіх вимог виготовлення форм.

Контроль ОТК здійснюється шляхом: періодична перевірка технологічного процесу; щоденна перевірка відповідності хімічного аналізу плавки з вимогами креслення даної марки чавуну. Також здійснюється візуальний контроль виливків.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ локум.	Пілпис	Дата		

3.10 Транспорт ливарного комплексу

У ливарному комплексі, що проектується, склад шихтових матеріалів обслуговується кран-балками, за допомогою яких проводиться завантаження шихти у добові бункери. Склад шихти та формувальних матеріалів обслуговують за допомогою однієї кран-балки вантажопідйомністю, якої 3 тони. Плави́льну ді́льницю обслуговує одна кран-балка вантажопідйомністю 1 тони. Формувально-вибивальне відділення обслуговує дві кран-балки вантажопідйомністю 1,5 тони. Відділення фінішних операцій – дві кран-балки вантажопідйомністю по 3 тони кожна. Для транспортування піску і порошкових матеріалів, для подачі стрижневих і формувальних сумішей до місць виготовлення форм і стрижнів – кран-балки та ливарний конвеєр; Виливки після вибивання подаються за допомогою наземного рейкового транспорту; для транспортування і складання стрижнів кран-балки [7].

Для місцевого пересування невеликих вантажів, використовують гідравлічний візок «Рокла».

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Анк.	№ локум.	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КОРПУС МУФТИ»

4.1 Загальна характеристика деталі

Деталь «Корпус муфти» виготовляється із сплаву марки АК7. Габаритні розміри виливка: діаметр 510, висота 153 мм, середня товщина стінки виливка 6 мм, маса – 25 кг.

Корпус муфти – пристрій, що є технологічною базою для розміщення на деталі «муфти»; об'ємна конструкція з елементами для закріплення встановлювання виробу.

Виливок призначений для виготовлення опорної конструкції, до якої висувається ряд вимог щодо точності розміщення отворів, стабільності розмірів та щільності виливка.

Для лиття під тиском найбільш широко використовують алюмінієві сплави, що мають гарне поєднання фізичних, механічних і технологічних властивостей. Його використовують головним чином для високоміцних, складних і тонкостінних виливків.

Механічні характеристики сплаву АК7 за ДСТУ 2839-94 наступні: міцність на розрив при литті під тиском складає 127...196 МПа, лінійна усадка – 0,5...1%, твердість HB = 50...75 МПа. Хімічний склад сплаву наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Хімічний склад сплаву АК7.

Назва компонента	Fe	Si	Mn	Ni	Al	Cu	Mg	Zn
Вміст, %	до 1,3	6...8	0,2...0,6	до 0,3	87,6...93,6	1,5	0,2...0,5	до 1,5

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Карповський Д.О.			РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА		Літ.	Арк.виш.
Перевір.		Лютин Р.В.						
Т. Контр.							КПІ імені Ігоря Сікорського ІФФ, гр.ФЛ-81мп	
Н. Контр.								
Затверд.								

4.2 Сутність обраного способу виготовлення виливка

Для отримання виливка «Корпус муфти» використано спосіб лиття під тиском. Висока швидкість руху розплаву дозволяє різко скоротити швидкість заповнення, покращити заповнюваність порожнини прес-форми і отримати тонкостінний виливок складної конфігурації з високою чистотою поверхні. Значно покращені санітарно-гігієнічні умови праці у зв'язку з тим, що немає у відділенні формувальних матеріалів, менше забруднення навколишнього середовища.

4.3 Обґрунтування положення виливка в формі та вибір площини роз'єму прес-форми

При проектуванні площини рознімання форми керуємося наступними правилами [3]:

- пряма площина роз'єму;
- при відповідності конструкції виливка потрібно наближатись до створення прес-форми з однією площиною роз'єму;
- отвори потрібно по можливості розміщувати перпендикулярно до площини роз'єму;
- якщо виливок розташований в обох півформах, то для зменшення усадкових напружень внутрішні стінки роблять нахиленими;
- найбільша частина стрижня повинна знаходитись у рухомій півформі;
- число роз'ємів і стрижнів у прес-формі має бути мінімальним;
- зручність підведення металу, забезпечення повного заповнення;
- організація направленої тверднення.

Виливок «Корпус муфти» доцільно розташувати у рухомій частині прес-форми з метою легкого видалення виливка з форми за допомогою виштовхувачів. Так ,як габаритні розміри виливка великі, то слід виготовляти один виливок

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

у прес-формі. Це дозволить отримати якісну поверхню, забезпечити зручне підведення ливникової, живильної системи, вилучення виливка з прес-форми без ускладнень, мінімізувати знос самої прес-форми.

4.4 Величина усадки сплаву в різних напрямках виливка

Величина усадки мінімізована, так як застосовується метод лиття під тиском, і становить 0,12...0,15% [1].

4.5 Припуски на механічну обробку виливка

Точність і шорсткість поверхні виливка залежать від вимог, що гарантують якісну роботу механізмів прес-форми і технологічних можливостей досягнення мінімальних відхилень розмірів виливка.

Деталь «Корпус муфти», яка отримується способом литтям під тиском, цей спосіб дає можливість отримати виливки із класом шорсткості 9...11, тому деталь не потребує додаткового механічного оброблення.

4.6 Вентиляційна система і фільтри

У одній прес-формі розташовуємо один виливок, для нього виконуємо чотири промивники.

Промивники – це перегінні резервуари, в які метал потрапляє разом з газами, захопленими високо турбулентним потоком, які сприяють зменшенню пористості виливка. Також вони підтримують оптимальний тепловий баланс форми, особливо при виготовленні тонкостінних виробів.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ локум.	Пілпис	Дата		

4.7 Припустимі відхилення за розмірами і масі виливка

Коливання величини усадки сплаву, що заливається може викликати найбільше розсіювання розмірів виливка.

На відхилення за розмірами впливають:

- точність виготовлення порожнини прес-форми;
- коливання усадки сплаву;
- точність переміщення і з'єднання рухомих частин прес-форми;
- деформація виливка при його вилученні;
- зміна розмірів при зберіганні;
- похибка вимірювання при контролі розмірів виливка і порожнини прес-форми.

Сукупність всіх цих факторів визначають величину повного поля розсіювання розмірів виливка.

Відхилення за розмірами $\pm 0,5 \dots 0,8$ мм.

Коефіцієнт точності виливків по масі (КТМ) при литі під тиском досягає $0,95 \dots 0,98$ [3].

4.8 Розрахунок ливникової системи

Конструкція ливникової системи залежить від типу машини, на якій виготовляється виливок, і від типу виливка. Місце підведення живильника залежить від конфігурації виливка. До круглих тонкостінних виливків з центральним отвором слід підводити один широкий живильник по дотичній, для запобігання роздвоєння потоку заповнення та утворення внутрішніх дефектів у місці зіткнення окремих потоків. У нашому випадку для зменшення розмірів прес-форми підводимо метал по центру виливка.

Для економії металу висота прес-залишку має бути мінімальною, але не меншою розміру вхідного отвору в підвідний канал для машини з горизонтальною камерою пресування [3].

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Для розрахунку розмірів елементів ливникової системи використовуємо програму, розроблену на кафедрі ЛВЧКМ, за методикою А. К. Белоухова

Розрахунок елементів ливникової системи для лиття під тиском за методом коефіцієнтів, розробленим А. К. Белоуховим

Вихідні дані:

Маса виливка, кг: 25
 Діаметр пресувальної камери, м: 0,7
 Товщина стінки виливка, м: 0,06
 Густина розплаву, кг/м³ 2850
 Обираємо коефіцієнти K1, K2, K3, K4 з наведених у табл. 4.2:

Таблиця – 4.2 Коефіцієнти по типу виливка

Тип виливка	K1	Тиск, МПа	K2
Товстостінна простої конфігурації	0,75	До 20	2,5
Коробчастого перерізу	1,00	20...40	2,00
Складної конфігурації	1,50	40...60	1,75
Дуже складної конфігурації з тонкими ребрами товщиною 0.5..0,8 мм	2,00	60...80	1,50
		80...100	1,25
		Понад 100	1,00
Сплави	K3	Середня товщина стінок, мм	K4
Свинцево-олов'яні	1,10	До 1	0,50
Цинкові	1,00	1...2	0,75
Алюмінієві	0,90	2...4	1,00
Магнієві	0,85	4...6	1,15
Мідні	0,75	6...9	1,30
Сталь чавун	0,5	Понад 9	1,50

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Анк.	№ докum.	Піппис	Дата		

Коефіцієнт K1:	1,5
Коефіцієнт K2:	2
Коефіцієнт K3:	10,9
Коефіцієнт K4:	1,15
РОЗРАХУНКОВІ ДАНІ	
Маса промивників, кг:	3,75
Товщина сполучного каналу, м:	0,0450
Середня швидкість впуску металу, м/с:	45
Час заповнення форми рідким металом, с:	0,7521
Середня швидкість пресування, м/с:	0,0348351
Площа поперечного перерізу живильника(ів), м ² :	0,0002978
Площа поперечного перетину підвідного каналу, м ² :	0,0003871
Висота підвідного каналу, м:	0,0151495
Ширина підвідного каналу, м:	0,0255515
Висота живильника (ів), м:	0,0450
Ширина живильника (ів), м:	0,006617

4.9 Опис конструкції і характеристики

Прес-форми – це складний і точний інструмент. Прес-форма може мати одну чи декілька робочих порожнин для отримання виливка, стрижні і вкладиші, які необхідні для виконання отворів у виливку, системи каналів для підведення розплаву у робочу порожнину та відведення газів і повітря із порожнини, а також системи виштовхувачів для виштовхування виливка із прес-форми і каналів для охолодження деталей прес-форми при роботі.

Прес-форма складається із двох частин: нерухомої і рухомої. Нерухому половину прес-форми кріплять до нерухомої плити машини і з сторони камери пресування з'єднують з ливниковим каналом. Виливок завжди встановлюють так, щоб більшість стрижнів і вкладишів, які утворюють його внутрішню і зовнішню поверхні, розташовувались таким чином, щоб при розкритті прес-форми

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Анк.	№ локум.	Піппис	Дата		

виливки залишався в її рухомій частині. Для вилучення виливка із рухомої частини прес-форми у ній роблять систему виштовхувачів. Робочі частини рухомої і нерухомої частин, які контактують із рідким металом, виготовляються у вигляді змінних вкладишів зі спеціальних марок сталей. Для забезпечення необхідної точності розмірів виливка зазвичай виконують розміри робочих порожнин прес-форми за третім класом точності, а посадкові розміри спряжених частин – за другим, третім класами точності.

Основні вузли, деталі і механізми форми в залежності від призначення можна поділити на три головні групи: формоутворюючі, конструктивні й вхідні в механізми прес-форми.

Формоутворюючі деталі є найбільш відповідальними, тому що вони контактують з рідким розплавом, у тому або іншому ступені беруть участь в конструюванні поверхонь виливків і найбільше піддаються термічному впливу й механічним навантаженням. З метою зменшення опору при виштовхуванні виливків із прес-форми й підвищення якості поверхні виливків рекомендується обробляти робочі поверхні формотворних деталей до шорсткості 0,32 мкм. Ці деталі виготовляють із жаростійкої сталі, що володіє високими механічними властивостями [3].

Вкладиші мають заокруглену трикутну форму й виготовлені із сталі марки 3Х3Н3Ф [3].

Ливникова втулка. Діаметр отворів ливникової втулки прес-форми машини з горизонтальною камерою пресування дорівнює діаметру отвору камери пресування, тому що втулка є продовженням камери, і до неї входить пресувальний поршень. Втулка виготовляється із сталі 5Х5МФС (ГОСТ 5950-73), має конусність 3...5° й шорсткість поверхні 0,16 мкм.

Виштовхувачі мають трубчасту форму діаметром від 1,5 до 70 мм. Напрямна частина виштовхувачів має шорсткість 1,25 мкм. Виштовхувачі кріплять у плитах за допомогою буртиків [3].

Для зменшення пористості виливків рекомендується застосовувати промивники, у які метал попадає разом з газами.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Піппис	Дата		

Труднощі витиснення повітря й газів, які утворюються при згорянні матеріалів, що змащують, з порожнини прес-форми в процесі її заповнення рідким металом є однією з основних причин утворення раковин і поруватості у виливках. Чим складніша конфігурація виливка, тим складніше створити спрямовану систему вентиляції форми. Ливникова система й правильне розташування виливків у порожнині форми повинні забезпечувати поступове витиснення повітря й газів до вентиляційних каналів.

Конструктивні деталі служать для установки формоутворюючих деталей у рухомій і нерухомій напівформах, забезпечення їх точного взаємного розташування й напрямку, а також для кріплення прес-форми до машини. Для підвищення стійкості поверхні формотворних деталей піддають хіміко-термічному обробленню [6].

4.10 Порядок операцій

На машині лиття під тиском виконуються наступні операції:

1. Очищення та змащування (прес-форми, прес-камери, прес-поршня).
2. Закриття прес-форми.
3. Заливання металу у прес-камеру.
4. Заповнення металом прес-форми.
5. Витримка виливка у прес-формі.
6. Повернення прес-поршня у вихідне положення.
7. Розкриття прес-форми.
8. Виштовхування виливка.

Змащування прес-форм здійснюється для зменшення зусиль, необхідних для видалення виливків із прес-форм, попередження приварювання до поверхні прес-форм, тобто для забезпечення безперебійної роботи прес-форми. Для зменшення поруватості виливків передбачається застосування додаткових резервуарів для перших некондиційних порцій повітряно-металевої суміші – так звані промивники. Вони також сприяють збереженню теплового балансу прес-форми, особливо при виготовленні тонкостінних виливків.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ локум.	Пілпис	Дата		

У разі лиття на машинах з холодною горизонтальною камерою пресування прес-форма складається з двох частин: рухомої та нерухомої. Нерухому частину прес-форми за допомогою плити кріплять до пресувального блоку машини з горизонтальною камерою пресування, а рухому – до постаменту. Розплавлений метал заливається в камеру пресування, розташовану горизонтально до осі машини і перпендикулярно до площини роз'єму форми, безпосередньо зв'язану з нерухомою половиною форми. В обійми встановлені вкладиші, які відтворюють зовнішню конфігурацію виливка.

Після заливання металу та повної кристалізації виливка прес-форма розкривається і виливок залишається у рухомій частині. При переміщенні рухомої півформи, плита виштовхувачів наштовхується на нерухомі опори і зупиняється. Виштовхувачі вилучають виливок. При закритті прес-форми відкривається зворотній клапан і плита повертається в попереднє положення.

4.11 Змащення прес-форми

Перед роботою прес-форму змащують мастильним матеріалом з метою зменшення зусиль, необхідних для видалення виливка з прес-форми і стрижнів із виливка, тобто з метою забезпечення безперервної роботи прес-форми.

Мастильні матеріали бувають:

1. На основі нафтопродуктів чи жирів з наповнювачами, наприклад масло Вапор з 3...10% графіту.
2. Розчини залишкових мастил у органічному розчиннику з добавками, наприклад розчин складу ЛД на основі масла МС-20 у гасі.
3. Емульсія залишкових масел у воді з графітом і без нього: Графітоли і Пресоли (Елітоли).
4. На сольовій основі (наприклад, 5% фтористого натрію і 95% води).
5. Комбінований: на жировій основі (перший шар), фтористий натрій в воді (другий шар).

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Найбільш вживані графітоли, пресоли (елітоли). Вони мають задовільну мастильну здатність, виділення газів нижче середнього, та додатково охолоджують прес-форму. Використовуємо Пресол Е-13 [6].

4.12 Технологія формоутворення

Формотвірні деталі є найбільш відповідальними, тому що вони стикаються з рідким металом, у тому або іншому ступені беруть участь в оформленні поверхонь виливків і найбільш сильно піддаються термічному впливу й механічним навантаженням. Для підвищення зносостійкості і зменшення хімічної взаємодії зі сплавом такі деталі піддають термообробці.

Формоутворення здійснюють за допомогою вкладишів, вставок та стрижнів. Вкладишами називають деталі прес-форм, які мають порожнину, у якій оформлюються зовнішні поверхні виливків. Найчастіше вкладиші мають прямокутну або циліндричну форму.

Якщо виливок має складні за конфігурацією виїмки чи отвори, що оформляються стрижнями великої довжини чи складної форми, то вкладиші збирають із декількох вставок. Вставки слугують також для додаткової вентиляції прес-форми.

4.13 Виплавляння металу

Виливок виготовляється з сплаву АК7, для приготування сплаву потрібні такі матеріали:

- зворот власного виробництва;
- чисті метали; лігатури;
- флюси;

Як плавильні агрегати використовуємо тигельні печі опору САТ-0,3/10. На відміну від паливних, тигельні печі опору не забруднюють атмосферу цеху шкідливими продуктами горіння [3].

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ локум.	Піппис	Дата		

4.14 Технологія заливання форм

Для лиття сплаву в даному випадку можна використати ручний ківш, оскільки маса металу, який заливається незначна ($m_{\text{мет.}} = 25 \cdot 1,25 = 31,25$ кг).

Для тонкостінних виливків складної конфігурації заливання розплаву ведуть при температурі на $10 \dots 30$ °С вище температури ліквідус.

Тривалість заливання значна. Весь процес виготовлення виливка триває до $90 \dots 120$ с.

4.15 Технологія видалення виливків

Час витримки під тиском залежить від максимальної товщини стінки виливка і становить приблизно $10 \dots 40$ с. Для даного виливка час витримки під тиском складає 40с.

Температура вилучення із прес форми для алюмінієвих сплавів знаходиться в межах $350 \dots 450$ °С.

Видалення виливка із прес-форми здійснюється за допомогою механізму виштовхування. Існують наступні види виштовхування виливків із прес-форми: виштовхування не паралельно руху машини, виштовхування за допомогою рухомої плити, виштовхування через спеціальні приливи і виштовхування після виведення виштовхувачів.

Механізм виштовхування за допомогою рухомої плити широко використовується в одногніздових та багатогніздових прес-формах для зняття тонкостінних виливків з крупних стрижнів. Виштовхування через приливи використовують в тому випадку, коли неможливо виштовхнути виливок безпосередньо виштовхувачами чи вимоги до поверхні не дозволяють залишати слідів від виштовхувачів. Механізм попереднього виведення плит застосовується в тих випадках, коли бокові повзуни чи стрижні перетинаються з виштовхувачами в момент закриття прес-форми.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Анк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Крім того, виштовхувачі використовують для додаткової вентиляції робочої порожнини прес-форми [3].

4.16 Технологія очищення і обрубки лиття

Видалення ливників проводяться за допомогою: обрубки пневмо молотком, після вилучення.

4.17 Можливі види браку

Варто враховувати, що не кожний дефект є бракувальною ознакою. Дефекти приводять до браку виливків у тих випадках, коли вони знижують службові властивості литої деталі.

Можливі специфічні дефекти:

1. Газова поруватість найбільш часто зустрічається при литті під тиском. Вона може утворюватися, як всередині, так і ззовні вилівка. Головною причиною виникнення поруватості є повітря і пари мастильного матеріалу, захоплені із порожнини прес-форми і ливникових каналів.

2. Усадкові раковини мають гострі кути і утворюються у найбільш масивних частинах вилівка і в місцях різкого переходу від тонких до товстих стінок. Причиною виникнення усадкових раковин являється раннє затвердіння живильника чи тонкостінної частини на шляху потоку металу перед потовщенням вилівка.

3. Усадкова поруватість може виникати, як у потовщених частинах вилівка, так і в тонких, особливо якщо прес-форма в цьому місці перегріта.

4. Незлитини можуть бути зовнішніми і внутрішніми. Причинами утворення такого дефекту являються передчасне охолодження і твердіння металу передніх частин, зустрічних потоків, а також протитиск повітря і газотвірних продуктів згорання мастильних матеріалів в порожнині прес-форми.

5. Тріщини бувають наскрізні та ненаскрізні, гарячі і холодні. Зазвичай ненаскрізні гарячі тріщини утворюються у ефективному інтервалі кристалізації.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Анк.	№ локум.	Пілпис	Дата		

Вони розташовуються в місцях різкого переходу від товстих перетинів виливка до тонких, у внутрішніх кутах й інших місцях концентрації напружень при недостатньому допресовуванні.

6. Дефекти поверхні:

- сліди плину потоку (хвилясті лінії глибиною 0,05...0,1 мм);
- узорчастість (дрібні нерівності висотою менш 0,05 мм, що ускладнюють полірування та нанесення покриття);
- розшаровування металу (відшарована від поверхні виливка тонка плівка металу 0,1...0,2 мм).

Заходи щодо попередження виникнення дефектів:

1. Збільшити температуру прес-форми, підвищити швидкість впускання і пресування, відполірувати прес-форму, зменшити дозу мастильного матеріалу.
2. Збільшити переріз живильника.
3. Збільшити вентиляцію.
4. Понизити температуру заливання, забезпечити рівномірне охолодження прес-форми [6].

4.18 Вихід придатного литва

Розрахунок виходу придатного литва проводиться у наступній послідовності:

1. Вихід придатного литва технологічний:

$$BГ_{техн} = \frac{Q_0 \cdot n_{вил} \cdot 100}{Q_{ме.ф.}}, \quad (4.1)$$

де Q_0 – маса виливка, $Q_0 = 25$ кг;

$n_{вил}$ – кількість виливків у прес-формі, $n_{вил} = 1$ шт;

$Q_{ме.ф.}$ – металоємність форми;

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Анк.	№ локум.	Пілпис	Дата		

Металоємність форми визначається за формулою:

$$Q_{\text{ме.ф}} = Q_0 \cdot n_{\text{вил}} + Q_{\text{л.с}}, \quad (4.2)$$

де $Q_{\text{л.с}}$ – маса ливникової системи, $Q_{\text{л.с}} = 6,25$ кг;

$$Q_{\text{ме.ф}} = 25 \cdot 1 + 6,25 = 31,25 \text{ кг.}$$

$$\text{ВГ} = 75\%$$

4.19 Основні правила безпеки

Техніка безпеки при литті під тиском:

1. Машина для лиття під тиском має бути обладнана блокувальним, що виключає можливість включення плунжера пресування до закриття прес-форми і щільного прилягання мундштука з металом до ливника.

2. Машина має бути забезпечена захисним кожухом для запобігання випадковому викиду металу за межі машини, по різному формі для чого машина повинна мати запобіжний щиток навколо прес-форми.

3. При запресовуванні металу люди не повинні знаходитись в площині різному формі безпосередньо біля машини.

4. Заливати метал в камеру пресування слід ложкою з довгою ручкою (600 мм). Застосування ложок з короткою ручкою забороняється.

5. Після закінчення роботи потрібно закрити спочатку головний вентиль машини, зупинити насос, закрити вентиль акумулятора.

6. Працювати тільки в спецодязі і захисних окулярах.

7. При роботі машини забороняється кому-небудь, крім ливарника-оператора, знаходитися біля машини, у тому числі з боку, протилежного робочому місцю оператора.

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Анк
Зм.	Анк.	№ локум.	Пілпис	Дата		

8. Забороняється працювати на машині без встановлених поблизу машини засобів пожежної безпеки і берегти в безпосередній близькості до машини вибухонебезпечні та обтиральні матеріали.

9. До роботи на машині допускаються люди не молодші 18 років, які пройшли медогляд, що вивчили будова, правила догляду та експлуатації машини, які знають добре технологічні процеси, які пройшли інструктаж із техніки безпеки і промислової санітарії з реєстрацією в спеціальному журналі інструктажу [7].

					ФЛ81мп.8106.1110.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ локум.	Пілпис	Дата		

5 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «Шків»

5.1 Обґрунтування вибраної технології

5.1.1 Загальна характеристика деталі

Деталь «Шків» - основна деталь, що служить для перетворення енергії у енергію поступального руху.

Виливок «Шків» має виконувати високі механічні властивості, точність розмірів, повинен витримувати динамічні навантаження, що будуть на нього діяти.

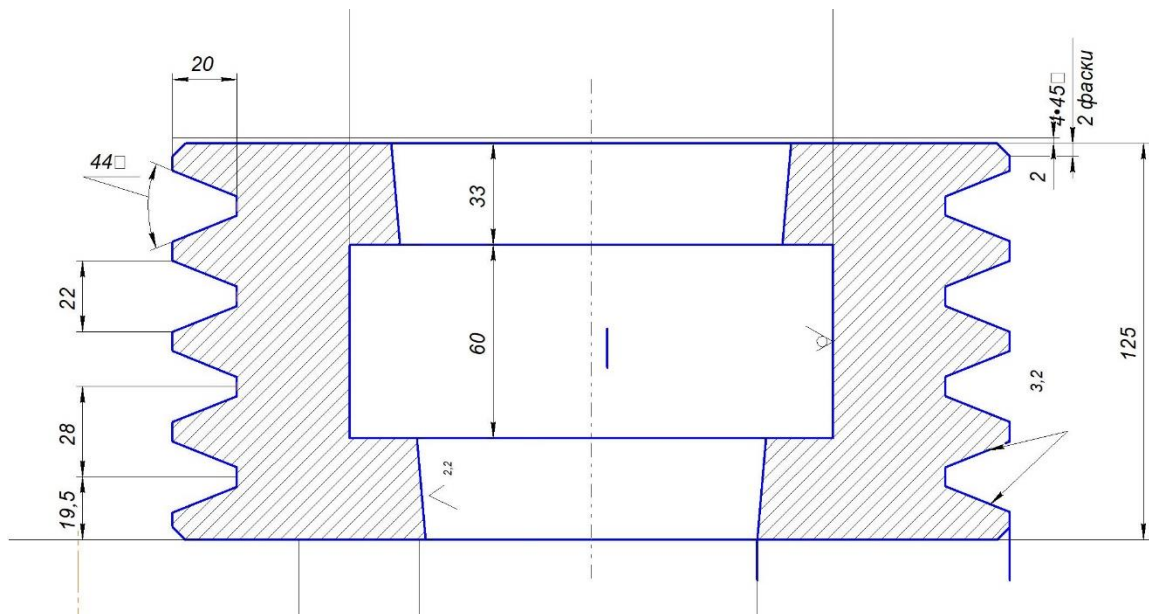


Рисунок 5.1 – Деталь «Шків»

За призначенням, відносимо до виливків загального призначення, за масою виливків відноситься до малогабаритних – виливків масою 10 кг.

					ФЛ81мп.8106.1110.000							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат								
Розроб.		Карповський Д.О			РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «Шків»				Літ.	Арквш	Арквшів	
Перевір.		Лютий Р.В										
Т. Контр.									КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ,			
Н. Контр.		Федоров Г.Є.										
Затверд.												

5.1.2 Вибір технологічного процесу виготовлення виливка

Технологічний процес повинен забезпечити виливання виливка, щодо розмірної та масової точності виливка, повинен мати високі техніко-економічні показники. Остаточний вибір технологічного процесу, здійснюється на основі аналізу основного показника, Обираємо виготовлення виливка у сирих піщаних формах [9].

5.1.3 Обґрунтування положення виливка у формі

При виборі площини розніму моделі (форми) керуємося наступними правилами, положеннями з ГОСТ 3.1125-88:

- мінімальна кількість роз'ємів;
- більша частина виливка має знаходитися в нижній півформі;
- поверхні, які оброблюються, слід розміщувати в одній півформі;
- встановлення стрижнів повинно бути зручним та надійним;
- роз'єм моделі повинне забезпечувати легке видалення моделі;
- забезпечення та можливість контролю правильності збирання;
- безпрепоне видалення газів із стрижнів;
- зручність підведення металу.

Виливок має просту геометричну форму, вісь обертання та прорізи для пасореміного передаванні. Тому розміщуємо виливок вертикально до його вісі обертання. Це положення має бути зручним для формування а також подальшого безпечного вилучення моделі із форми. Положення виливка зображенно на рис 5.2.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Виготовленні сирих піщано-глинястих форм використовують суміш з вмістом глинястої складової 4...9%, котра мають високу податливість.

5.1.4 Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка

Розмір припусків на механічну обробку визначаємо за ГОСТ 26645-85.

Таблиця 5.3 - Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка

№	Найменування	Характеристика
1	Вид технологічного процесу	Лиття у сирі форми
2	Тип сплаву	АМ4,Кд5
3	Маса виливка, кг	10
4	Найбільший габаритний розмір, мм	260
5	Клас розмірної точності виливка	9
7	Ступінь точності поверхонь виливка	9
8	Клас точності маси виливка	14
9	Ряд припуску на механічне оброблення	13

Припуск на механічне оброблення, зображуємо суцільною лінією.

Таблиця 5.4 - Припуски розмірів на механічне оброблення

Номінальний розмір , мм	36	60	103	110	125	150	260
Мінімальний допуск номінального розміру виливка, мм.	1,3	1,3	2,1	2,1	1,3	1,4	4,6
Допуск форми та розміщення поверхні виливка, мм	1,8	1,8	2,8	2,8	2,3	1,8	5,1
Вид кінцевої обробки	Чистове						
Загальний допуск на номінальні розміри, мм	3,1	3,1	4,9	4,9	3,6	3,2	9,7
Припуск на механічне оброблення, мм	4	4	6	6	4	4	10

					ФЛ81мп.8106.1110.000			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

5.1.5 Визначення кількості та конструкції стрижнів

Виконання конфігурації вилівка застосовується один стрижень у центрі деталі. Формувальні уклони показані в табл. 5.5.

Стрижень маю циліндричну форму з виступом з одного з боків, розмір виступа 26 мм в ширину та 80 мм в довжину. Габаритні розміри наведенні в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Формувальні уклони та технологічні зазори.

Позначення стрижня	Довжина, мм	Висота, мм	Зазор S_1 , мм	Кут α	Кут β
Ст. 1	110	175	1,5	7°	15°

Розміри стрижневих знаків у відповідності з ГОСТ 3212-92.

Стрижень та його знаки зображуємо за масштабом креслення суцільною тонкою лінією. Стрижні у розрізі штрихуємо тільки по контурних ліній.

5.1.6 Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення

З урахуванням габаритних розмірів, 260x125 мм та масу деталі 10 кг, серійність виробництва, та також розміщення елементів ливникової систем, доцільним розмістити 2 виливки у порожнині формі.

5.1.7 Характеристика модельного комплекту

Щоб забезпечити достатню точність, сталість розмірів та достатню довговічність для необхідної серійності виробництва доцільно буде використовувати металевий модельний комплект.

Металевий модельний комплект має такий склад:

- модель верху (2 шт);
- модель низу (2 шт);
- модельна плита низу (1шт);
- модельна плита верху (1шт);

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.8 Розрахунок розмірів опок

Потрібні розміри опок визначають розрахунком, виходячи з розміщення виливків у півформі, розміщення ливникової системи та існуючих нормативних відстаней між виливками та виливками до стінки опоки, необхідного шару суміші зверху та знизу виливка [6].

Значення потрібні для розрахунку нормативних відстаней наведені в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Нормативні відстані

Позначення	a	б	в	г	L _{min}	В _{шл}
Рекомендовано, мм	50...75	40...75	100...120	0,5h	50...80	30...40
Приймаємо, мм	50	40	100	112	50	30

Довжина опоки визначається за формулою:

$$L = 2 \cdot a + 2 \cdot A + \Gamma + 2 \cdot L_{\text{ст}}, \quad (5.1)$$

де L – розрахункова довжина опоки, мм;

a – відстань від виливка до стінок опоки: $a = 50$ мм.

A – довжина виливка: $A = 260$ мм;

Γ – відстань між виливками: $\Gamma = 112$ мм.

$L_{\text{ст}}$ – довжина знакових частин стрижня: $L_{\text{ст}} = 0$;

Підставивши значення у формулу (5.1) отримуємо:

$$L = 2 \cdot 50 + 2 \cdot 260 + 112 + 2 \cdot 0 = 732 \text{ мм.}$$

Ширина опоки визначається за формулою:

$$B = 2 \cdot a + 2 \cdot C + 2 \cdot L_{\text{min}} + B_{\text{шл}}, \quad (5.2)$$

де B – розрахункова ширина опоки, мм;

a – відстань від виливка до стінок опоки: $a = 50$ мм;

C – ширина виливка: $C = 260$ мм;

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

L_{\min} – відстань між шлаковловлювачем і виливком: $L_{\min} = 20$ мм ;

$B_{\text{шл}}$ – ширина шлаковловлювача: $B_{\text{шл}} = 36$ мм;

Підставивши значення у формулу (5.2) отримуємо:

$$B = 2 \cdot 50 + 260 + 20 + 36 = 416 \text{ мм.}$$

Висота нижньої опоки визначається за формулою:

$$H_{\text{нижн. оп.}} = H_{\text{нижн. мод.}} + b, \quad (5.3)$$

де $H_{\text{нижн. мод.}}$ – частина моделі, яка знаходиться в нижній опоці, мм;

b – відстань від низа опоки до низа моделі, $b = 40$ мм.

Підставивши значення у формулу (5.3) отримуємо:

$$H_{\text{нижн. оп.}} = 125 + 40 = 165 \text{ мм.}$$

Висота верхньої опоки визначається за формулою:

$$H_{\text{вер. оп.}} = H_{\text{вер. мод.}} + b, \quad (5.4)$$

де $H_{\text{вер. мод.}}$ – частина моделі, яка знаходиться в верхній опоці, мм;

b – відстань від верха опоки до верха моделі, $b = 40$ мм.

де $H_{\text{вер. мод.}}$ – частина моделі, яка знаходиться в верхній опоці, мм;

b – відстань від верха опоки до верха моделі, $b = 40$ мм.

Підставивши значення у формулу (5.5) отримуємо:

$$H_{\text{вер. оп.}} = 40 + 40 = 80 \text{ мм.}$$

Відповідно до ГОСТ 22096-84 вибираємо опоки для виготовлення ливарних форм, мм:

$$L \times B \times \frac{H_{\text{вер. оп.}}}{H_{\text{нижн. оп.}}} = 750 \times 500 \times \frac{175}{175}.$$

Опоки для ручної формовки виготовляють суцільнолитими з чавуну ВЧ 400-15 за ДСТУ 3925-99 або зі сталі марок 30Л, 35Л, 40Л і 45Л ГОСТ 977-88. Маса опоки складає: $m_{\text{в}} = 256$ кг, $m_{\text{н}} = 256$ кг.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.9 Характеристика вибраних опоқ

Опока складається з: рамки, ребра жорсткості, елементи транспортування, центрування, кріплення.

В проєкті використовуються суцільнолиті чавуні опоки марки ВЧ 400-15 прямокутної форми. Центрування опоқ проводимо з допомогою штирів центрування. Транспортування опоқ виконується на бігових доріжках.

5.1.10 Розрахунок ливникової системи

Площа перетину живильників на один виливок визначається за формулою:

$$F_{\text{жив.лив.}} = \frac{Q_v}{\mu \cdot \tau \cdot 0,31 \cdot \sqrt{H_p}}, \quad (5.6)$$

де Q_v – маса виливка: $Q_v = (1,15 \dots 1,20) \cdot Q_{\text{дет.}} = 1,20 \cdot 10 = 12$ кг;

$Q_{\text{дет.}}$ – маса деталі, кг.

μ – коефіцієнт втрати, який характеризує загальний гідравлічний опір форми руху металу;

τ – тривалість заливання, с;

H_p – розрахунковий металостатичний напір, см.

Коефіцієнт витрат μ для деталей, що заливаються в сиру форму, має значення $0,35 \dots 0,5$, приймаємо $\mu = 0,4$.

Так, як $Q_v < 12$ кг то тривалість заливання форми розраховуємо за формулою:

$$\tau = S \cdot \sqrt{Q_v}, \quad (5.7)$$

де S – коефіцієнт який залежить від товщини стінки виливка: $S = 1,68$;

Q_v – маса виливка, кг.

Підставивши усі дані в формулу (5.7), отримуємо:

$$\tau = 1,85 \cdot \sqrt{12} = 6,2 \text{ с.}$$

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

H_p – розрахунковий металостатичний напір визначаємо за формулою:

$$H_p = H_0 - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \quad (5.8)$$

де H_0 – відстань від рівня металу в чаші до рівня введення в порожнину ливарної форми, см;

P – висота частини виливка в верхній півформі: $P = 4$ см;

C – висота виливка в положенні при заливанні: $C = 15$ см.

Підставивши дані в формулу (5.8), отримуємо:

$$H_p = 17 - \frac{4^2}{2 \cdot 140} = 16,49.$$

Знайшовши усі данні за формулою (5.6) знаходимо значення площі перетину живильників на один вилівок:

$$F_{\text{жив. 1 вил.}} = \frac{264,5}{0,4 \cdot 30 \cdot 0,31 \cdot \sqrt{20,8}} = 4,5 \text{ см}^2$$

За конфігурацією та масою виливка приймаємо співвідношення елементів ливникової системи:

$$\Sigma F_{\text{жив.}} : \Sigma F_{\text{шл.}} : \Sigma F_{\text{ст.}} = 1 : 1,1 : 1,07 \quad (5.9)$$

де $\Sigma F_{\text{жив.}}$ – сумарний перетин живильників, см^2 ;

$\Sigma F_{\text{шл.}}$ – сумарний перетин шлаковловлювача, см^2 ;

$\Sigma F_{\text{ст.}}$ – сумарний перетин стояка, см^2 .

Сумарний перетин живильників визначаємо за формулою:

$$\Sigma F_{\text{жив.}} = F_{\text{жив. 1 вил.}} \cdot n_{\text{вил.}}, \text{ см}^2 \quad (5.10)$$

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

де $n_{\text{вил.}}$ – кількість виливків у формі: $n_{\text{вил.}} = 2$.

Підставляємо всі значення в формулу (5.10):

$$\Sigma F_{\text{жив.}} = 15,4 \cdot 2 = 18 \text{ см}^2.$$

Тоді сумарний перетин елементів з системи (5.9), складає:

$$\Sigma F_{\text{шл.}} = 1,1 \cdot 18 = 19,8 \text{ см}^2,$$

$$\Sigma F_{\text{ст.}} = 1,07 \cdot 9 = 9,63 \text{ см}^2.$$

Розрахуємо розміри поперечного перетину живильника.

Для підводу металу у порожнину форми використовуємо по два живильника сферичної форми на один виливок.

Площа поперечного перетину одного живильника визначається:

$$F_{\text{жив.1вил.}} = \frac{\Sigma F_{\text{жив.1вил.}}}{n_{\text{жив.}}}, \quad (5.11)$$

де $\Sigma F_{\text{жив.1вил.}}$ – сумарний перетин живильників на один виливок, см^2 ;

$n_{\text{жив.}}$ – кількість живильників на один виливок.

Підставивши данні у формулу (5.11), отримуємо:

$$F_{\text{жив.1вил.}} = \frac{15,45}{2} = 9 \text{ см}^2.$$

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Радіус живильника:

$$r_{\text{жв.}} = \sqrt{\frac{2F}{\pi}}, \quad (5.12)$$

де $r_{\text{жв.}}$ – радіус живильника;

F – площа живильника.

$$r_{\text{жв.}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7,7}{\pi}} = 2,3 \text{ см.}$$

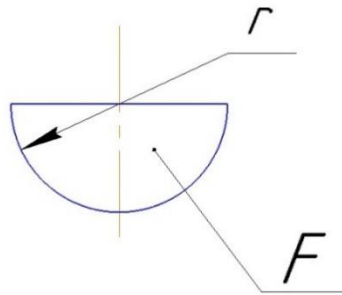


Рисунок 5.3 – Переріз живильника

Так, як після стояка метал, що заливається в форму, йде у двох напрямках, то площа поперечного перетину шлаковловлювача дорівнює половині сумарної поперечної площі шлаковловлювача:

$$F_{\text{шл.}} = \Sigma F_{\text{шл.}} / 2, \quad (5.13)$$

де $F_{\text{шл.}}$ – площа шлаковловлювача

$$F_{\text{шл.}} = 19,26 / 2 = 9,63 \text{ см}^2.$$

Приймаємо шлаковловлювач напівкруглої форми з відповідними лінійними розмірами:

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{\text{шл.}} = \sqrt{\frac{2F}{\pi}}, \quad (5.14)$$

де $r_{\text{шл.}}$ – радіус шлаковловлювача;

F – площа шлаковловлювача.

$$R_{\text{шл.}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 16,34}{\pi}} = 3,22 \text{ см.}$$

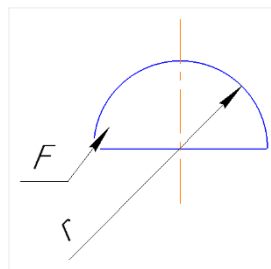


Рисунок 5.4 – Переріз шлаковловлювача

Визначення розмірів стояка полягає у розрахунку розміру його найтоншої частини.

$$D_{\text{ст.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ст.}}}{\pi}}, \quad (5.15)$$

де $d_{\text{ст.}}$ – діаметр стояка;

$F_{\text{ст.}}$ – площа стояка.

$$d_{\text{ст.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 33,8}{\pi}} = 6,56 \text{ см.}$$

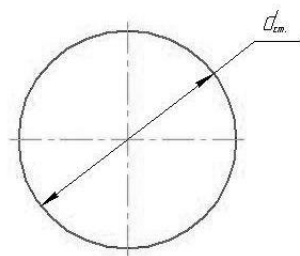


Рисунок 5.5 – Переріз стояка

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.11 Розрахунок розмірів надливів

Надливи – це один з елементів ливникової системи чи порожнини ливарної форми, що виконує функцію живлення виливка рідким металом у процесі твердіння. Слугує для запобігання виникненню усадкових дефектів. Після вилучення и охолодження виливка надлив відокремлюють [5].

Попередження усадкових дефектів у виливку використовується два закритих надливів. Параметри надливів наведенні у табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Параметри надливів

Індекс позиції	Тип надливу	Об'єм надливу, м³	Висота, мм	Ширина, мм	Довжина, мм
1	Закриті, які працюють під	0,087	40	78,5	260
2	атмосферним тиском	0,044	40	78,5	2600

5.1.12 Вибір формувальних і стрижневих сумішей

Вимоги до форми, форма повинна:

- чинити опір тиску розплаву та при цьому не змінювати свою конфігурацію;
- витримувати високі температури, не вступаючи в хімічну взаємодію з газами та металом;
- мати достатню пористість, для того щоб забезпечити газопроникність форми;
- регулювати швидкість охолодження виливка за рахунок поглинання тепла при охолодженні виливка.

Ці вимоги можуть бути забезпечені використанням високоякісних формувальних матеріалів і сумішей, виготовлених на їхній основі.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуємо єдину піщано-глинясту суміш, яка використовується для чавунного литва згідно рекомендацій. Склад та властивості вибраних сумішей заносимо в таблиці 5.8 та 5.9.

Таблиця 5.8 – Склад та властивості суміші для формування по-сирому

Назва	Масова доля складових, %				Властивості суміші			
Єдина піщаноглиняста суміш	основні матеріали			добавки	міцність при стиску, мпа	газопроникність, од	вологість, %	текучість по Г.М.Орлову, %
	оборотна суміш	кварцовий пісок	бентоніт П1Т1А					
	80...85	3...8	1...3		0,3...0,6	80	4,5...6	50

Таблиця 5.9 – Склад та властивості стрижневої суміші

Склад, % мас			Властивості			
кварцовий пісок марки ЗКз Оз 016	синтетична смола ФФ-1Ф	катализатор БСК	газопроникність, ум. од	живучість, хв	час витримки стрижня в ящику, хв	міцність після витримки, МПа, не менше
100	2,0...2,5	0,5...0,6	200...250	5...10	до 60	0,7

5.2 Технологія приготування сумішей

Для виготовлення формувальних сумішей, як устаткування обирають коткові змішувачі періодичної дії. У чашу змішувача подають сухі компоненти: пісок кварцовий, оборотна суміш, бентонітова глина, після чого додають воду, яка замочує зв'язуючий компонент, глину, та утворює зв'язувальну суспензію. Тривалість процесу перемішування становить 5...10 хв [3].

Приготування стрижневих сумішей також використовують шнекові змішувачі. На початку в чашу шнекового змішувача подають через живильник та ваговий дозатор пісок та ферохромний шлам. Після перемішування з баку через ваговий дозатор додають рідку композицію: зв'язувальний компонент та спеціальні добавки. Після перемішування, готова суміш подається через затвор [3].

5.3 Технологія виготовлення форми

Форма виготовляється на струшувальній формувальній машині з використанням допресовки.

Операції формування:

- на плиту формувальної машини встановлюємо та закріплюємо модельну плиту з моделями;
- встановлюємо опоку, centruємо та фіксуємо відносно модельної плити;
- проводимо покриття поверхні моделі та площини рознімання розділовим покриттям;
- відкриваємо затвор бункера та заповнюємо опоку формувальною сумішшю;
- вмикаємо режим струшування;
- вмикаємо механізм допресування;
- вмикаємо механізм витягування моделі;
- готова півформа кантується та зіштовхується на конвеєр. Паралельно на іншій формувальній машині виконується нижня півформа.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4 Технологія виготовлення стрижнів

Виготовлення стрижнів відбувається на піскострільній машині. В встановлений на столі машини стрижневий ящик. Для виходу відпрацьованого повітря у стрижневому ящику завчасно встановлені венті. Після заповнення ящика стрижневої сумуші необхідної щільності, ящик знімають з робочого столу [2].

5.5 Вибір способу захисту виливка від пригару

Зменшити або уникнути утворення пригару можна шляхом створення відновлювальної атмосфери в порожнині ливарної форми та на межі «метал-форма» при заповненні її металом до моменту утворення на поверхні виливка твердої кірочки затверділого сплаву [3].

Для попередження утворення пригару поверхню форми покриваємо протипригарною фарбою табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Склад протипригарної фарби

Склад, %					Властивості		
графіт		талък	ЛСТ	розчинник	в'язкість, с	СНЗ, мгс/см ²	Густина, кг/м ³
ГЛС-1	ГЛ-1			ПМЦ, ОЕЦ, ПВС			
ГЛС-2	ГЛ-2			в'язкістю, с			
				21...23			
25	10	-	5	61	54...60	3,6...4,2	1300

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.6 Контроль якості продукції

До основних методів контролю якості відносимо:

- контроль геометричних розмірів;
- контроль наявності дефектів;
- контроль наявності неметалевих, газових вкраплень;
- контроль наявності тріщин, усадкових раковин, визначається акустичним методом неруйнівного контролю;
- контроль наявності піщаних раковин, визначається за допомогою магнітного контролю.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ

6.1 Майстерні для ремонту модельно - опочного оснащення

Для поточного ремонту модельної оснастки передбачені модельники і слюсарі з розрахунку один робітник на випуск 5 тисяч тонн придатного литва за рік. Дільниця займає площу - 25 м².

6.2 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту і спецодягу

Зберігання допоміжних матеріалів, інструменту, запасних частин устаткування, спецодягу здійснюється в цехових коморах. Цехові комори розташовані на площах основних відділень цеху в місцях зручних для приміщень, між колонами будівлі. Площа комор прийнята 1,5 м² на 600 т випуску литва за рік. Їх площа складає 150 м².

6.3 Ремонтно - механічна майстерня для поточного і середнього ремонту ливарного устаткування

Ремонтна служба цеху (служба механіка і енергетика) виконує малий і середній ремонти устаткування, а також ремонт інструменту, оснащення, автоматики з застосуванням методів повузлового ремонту. Ремонтні служби цеху виконують тільки міжремонтне обслуговування. Площа цехових служб механіка і енергетика для потужності цеху, що проектується, дорівнює 300 м². У процесі розроблення робочих креслень розміри площ уточнюються в залежності від планування. Оскільки серед устаткування є електричні печі, площі цехової служби механіка і енергетика приймаються з коефіцієнтом 1,1...1,5.

					ФЛ81мп.8106.1110.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ»		
Розроб.		Карповський Д.О.					
Перевір.		Лютій Р.В.					
Т. Контр.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.					КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ,		

6.4 Санітарно-технічна майстерня

Санітарно-технічна майстерня виконує функції щодо підтримання у робочому стані водопроводу, каналізації, опалення і вентиляції цеху. Ця служба має розгалужену систему контролю роботи і виклику чергових слюсарів. Вона є частиною системи автоматизованого управління цехом.

6.5 Електроремонтна майстерня

Електроремонтна служба забезпечує догляд і нормальну експлуатацію електроустаткування і освітлення цеху. У системі планового попереджувального ремонту (ППР) передбачено централізоване виконання службами цеху ремонту електротехнічного устаткування, КіПу і автоматики.

6.6 Цехові лабораторії

Цехові лабораторії призначені для оперативного контролю хімічного складу металу під час його плавлення, поточного контролю якості: формувальних матеріалів, формувальних і стрижневих сумішей. Перша розміщена у службово-адміністративному корпусі цеху, друга - в сумішоприготувальному відділенні. Площа хімічної і спектральної лабораторій визначення хімічного складу металів для цеху даної потужності складає - 72 м², площа лабораторії формувальних матеріалів – 36 м².

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Склад шихтових матеріалів знаходиться поряд з плавильним відділенням.

Склади шихтових матеріалів мають ділянки приймання і зберігання шихтових матеріалів, дозування шихти, очищення звороту власного виробництва.

Загальна площа складу визначається за формулою:

$$F_{\text{скл}} = F_{\text{тех}} + F_{\text{зас}} + F_{\text{пу}}, \quad (7.1)$$

$F_{\text{тех}}$ – площа технологічних ділянок, м^2 ;

$F_{\text{зас}}$ – площа засіків, м^2 ;

$F_{\text{пу}}$ – площа, занята пристроями для подачі матеріалів, м^2 .

Площа засіків для шихти:

$$F_{\text{зас}} = 1,1 (f_1 + f_2 + \dots + f_n), \quad (7.2)$$

f – розрахункова площа для окремих компонентів шихти, м^2 .

Розраховуємо за формулою:

$$f_{\text{зш}} = M \cdot a \cdot b / k \cdot \Phi_d \cdot H \cdot \gamma, \quad (7.3)$$

M – потужність цеху, т/год;

a – норма витрат компоненту шихти від металозавалки, %;

					ФЛ81мп.8106.1110.000				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО		Літ.	Арквш	Арквшів
Розроб.		Карповський Д.О							
Перевір.		Лютий Р.В							
Т. Контр.									
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.					КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ,				

b – норма зберігання компоненту шихти, днів; к – вихід придатного, %;

Фд – річний фонд роботи обладнання, днів;

Н- висота зберігання компонентів шихти, м;

γ- насипна маса компонентів шихти, т/м³.

Таблиця 7.1 – Розраховані площі зберігання шихтових матеріалів

Найменування матеріалу	Потреба, тис т/рік	Термін зберігання, дн.	Запас, т	Насипна маса, т/м ³	Висота зберігання,	Розрахункова площа, м ²	Прийнята площа, м ²
Чушки АК7 ГОСТ 1583-93	4,5	30	2	0,3	3	7	10
А0 ГОСТ 11069- 2001	1,2	30	0,5	0,1	3	5	8
Амц ГОСТ 4784- 97	0,8	30	0,3	0,02	3	2	5
Чушки О5Ц5С5 ГОСТ 613-79	1,5	30	1	0,2	3	5	8
Зворот власного виробництва силуміну	1,5	30	0,2	0,05	3	5	8

8 ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ

У ливарному цеху, що проектується, склад шихтових матеріалів обслуговується кран-балками, за допомогою яких проводиться завантаження металічної шихти у добові бункери.

Склад шихти і формувальних матеріалів обслуговують по 2 кран-балки вантажопідйомністю 3 тонни.

Плавильне відділення обслуговує одна кран-балка вантажопідйомністю 1,5 тони.

Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення обслуговує дві кран-балки вантажопідйомністю 3 тонни.

Відділення фінішних операцій – 2 кран-балки вантажопідйомністю 3 тонни кожна.

Для транспортування піску і порошкових матеріалів, для подачі стрижневих і формувальних сумішей до місць виготовлення форм і стрижнів – кран-балки та ливарний конвеєр.

Виливки після вибивання подаються за допомогою наземного рейкового транспорту; для транспортування і складання стрижнів кран-балки.

					ФЛ81мп.8106.1110.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ		
Розроб.		Карповський Д.О.					
Перевір.		Лютин Р.В					
Т. Контр.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.							
					Лім.	Аркуш	Аркушів
					КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ,		

9 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

У алюмінієвому цеху використовують електроенергію, стиснене повітря, газ, воду, теплоносії.

Електроенергію в ливарному цеху використовують на технологічні потреби, силові установки, освітлення та слабкострумове господарство.

Загальні витрати електроенергії цехом визначають за формулою:

$$W = (W_T + W_c + W_o) \cdot K, \quad (9.1)$$

де W – загальна кількість витрат електроенергії, кВт · год.

W_T – річні витрати електроенергії на технологічні потреби, кВт · год;

W_c – річні витрати електроенергії на електроприводи силових установок, кВт · год;

W_o – річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

K – коефіцієнт втрат електроенергії у мережі.

Розраховування річних витрат електроенергії на технологічні потреби здійснюємо за питомими нормами витрат електроенергії на 1 тону придатного литва за формулою:

$$W_T = \sum P_T \cdot G_p, \quad (9.2)$$

де: W_T – витрати електроенергії на технологічні потреби (плавлення металу, термічне оброблення виливків тощо), кВт · год.

P_T – питомі витрати електроенергії на технологічні потреби при виробництві 1 т. придатного литва, кВт · год.

G_T – річний випуск придатного литва, т / рік.

					ФЛ81мп.8106.1110.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	<div style="text-align: center;"> ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ </div>		
Розроб.		Карповський Д.О					
Перевір.		Лютый Р.В					
Т. Контп.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.					<div style="text-align: center;"> КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ, </div>		

$$W_T = 500 \cdot 5550 + 455 \cdot 5550 = 4,275 \cdot 10^7 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на силові установки дорівнюють:

$$W_c = 1100 \cdot 5000 = 3,75 \cdot 10^7 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахунок витрат електроенергії на освітлення проводимо за формулою:

$$W_o = 0,001 \cdot g \cdot F \cdot \Phi_o, \quad (9.3)$$

де W_o – річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

g – питомі витрати електроенергії за 1 год. На 1 м² площі цеху (для виробничих відділень $g = 15...18$ Вт) для складських приміщень – $g = 8...10$ Вт і для побутових приміщень – $g = 8$ Вт);

F – освітлювальна площа, м²;

Φ_o – річна кількість годин освітлювального навантаження (при двозмінній роботі - $\Phi_o = 2300...2500$ год.)

Тоді:

$$W_o = 0,001 \cdot (1648 \cdot 17 \cdot 2450 + 1270 \cdot 8 \cdot 2450) = 44,7 \cdot 10^7 \text{ Вт} \cdot \text{год} = 44,7 \cdot 10^4 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Отже загальна потреба в електроенергії на рік дорівнює:

$$W = (3,375 \cdot 10^7 + 2,75 \cdot 10^7 + 44,7 \cdot 10^4) \cdot 1,05 = 6,52 \cdot 10^7 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розраховування витрат стисненого повітря проводимо на річну програму, з урахуванням питомих витрат на 1 тону литва (таблиця 9.3 [1]), за формулою:

$$Q_B = 1,5 \cdot d \cdot G_p, \quad (9.4)$$

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: Q_v – річні витрати стисненого повітря на річну програму, m^3 .

d – витрати стисненого повітря на 1 т литва, m^3 .

G_p – випуск виливків за рік, т;

1,5 – коефіцієнт, що враховує втрати повітря в мережі.

$$Q_v = 1,5 \cdot 820 \cdot 5500 = 340 \cdot 10^5 m^3$$

Витрати води для приготування формувальної і стрижневої суміші визначаємо за формулою:

$$V_v = y \cdot P_{ny} / 100, \quad (9.5)$$

де V_v – витрати води на рік, m^3 ;

y – процент вологи у суміші, %;

P_{ny} – річні витрати неущільненої суміші, т/рік.

$$V_v = 5 \cdot 15640 / 100 = 750,15 m^3$$

Витрати води на технологічні потреби визначаємо, користуючись даними (таблиці 6.3 [1]), за формулою:

$$V_{v. t.} = P_{n.v.} \cdot G_p,$$

де $P_{n.v.}$ – норми витрат води на технологічні потреби на 1 т литва, m^3 ;

G_p – річний випуск виливків, т;

$$V_{v. t.} = 13 \cdot 5550 = 336400 m^3/\text{рік},$$

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норми витрат води на побутові потреби такі:

- на господарчо – питні потреби – 50 літрів на 1 сітку за годину;
- душові - 500 літрів на сітку за годину (при роботі душових кабінок– 45 хв.)
- умивальники – 200 літрів на 1 кран за годину;
- миття підлоги цеху – 3 літри на 1 м² за добу.

Втрати теплоти розраховуємо за формулою:

$$G = V_6 \cdot q, \quad (9.6)$$

де V_6 – площа будівлі ($V_6 = 133500 \text{ м}^3$);

q – кількість теплоти для опалення будівель ($q = 60 \dots 130 \text{ Вт/м}^3$).

Приймаємо $q = 95 \text{ Вт/м}^3$;

$$G = 133500 \cdot 95 = 1,2561 \cdot 10^7 \text{ Вт}$$

Тепло подається у цех у вигляді перегрітої до 150 °С пари, трубами та через калорифери.

Витрати природного газу на рік визначаємо за формулою: (при цьому приймаємо, що 1 м³ природного газу дорівнює 1,17 кг умовного палива)

$$M = 1,17 \cdot q_r \cdot G_p, \quad (9.7)$$

де q_r – кількість умовного палива (газу) на тонну литва ($q_r = 140 \dots 170 \text{ м}^3$)
приймаємо 155 м³;

G_p – маса придатного литва на рік, кг.

$M = 1,17 \cdot 125 \cdot 5500000 = 804350000 \text{ кг/рік} = 804350 \text{ т умовного палива за рік.}$

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

10.1 Загальні положення

Майданчик для цеху, що проектується, розташовано в м. Києві, де розрахункова температура для опалення в зимовий час 20°C, розрахункова температура для вентиляції у зимовий час – 6°C. у літній – 20°C. Термін опалювального сезону - 150 днів на рік. Глибина промерзання ґрунту в м. Київ досягає 1,1 м.

10.2 Архітектурна частина

Розміщення обладнання спроектованого цеху забезпечують потоковість і режим роботи виробництва, повинно відбуватися за всіма норм охорони праці та пожежної безпеки. Будівлю було вирішено побудувати одноповерховою прямокутної форми. Побутові та адміністративно-побутові корпус розташовано в прибудові в два поверхі, яка примикає до будівлі цеху. Висота будівлі цеху складає 14,4 м. Фундамент закладено на глибині, виходячи з умов промерзання ґрунту:

- зовнішні фундаменти – 1,25 м;
- внутрішні фундаменти – 1,1 м.

10.3 Будівельні конструкції

10.3.1 Фундамент

Для спроектованого цеху залізобетон є основним матеріалом фундаменту, під колонами виконано підшви фундаменту у вигляді башмаків із залізобетону. Площа підшви залежить від навантаження на колону та тиску на ґрунт, який дорівнює 25 м².

					ФЛ81мп.8106.1110.000				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					
Розроб.		Карповський Д.О.			АРХІТЕКТУРНО- БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА		Літ.	Арквш	Арквшів
Перевір.		Лютий Р.В							
Т. Контр.							КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ,		
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.									

10.3.2 Стіни

Стіни будинку великопанельні, спираються на фундаментні балки. Товщина навантажених стін 380 мм, а внутрішніх 300 мм. Стіни виготовлені із залізобетонну. Перегородки окремих ділянок цеху виконано із піноблоків та червоного каменю.

10.3.3 Колони

Колони проектується із залитого бетону у залізну конструкцію. Колони, на які встановлено кран-балки повинні виконуватися перерізом 400х600 мм. Крок колон у виробничому відділенні для зовнішніх 6 м, а внутрішніх 12 м.

10.3.4 Вікна й двері

Для природного освітлення будівлі цеху в зовнішніх стінах та даху виконуються світлові прогони із композиційних матеріалів розміром 4000х3600 мм. Освітлення всієї площі здійснюється за допомогою ліхтарів прямокутної форми, скло у яких армоване.

У комплексі встановлюються двері з висотою 2,8 м. Ширина одностулкових дверей складає 0,9 м, а двостулкових – 1,5 м. Розміри воріт для автомобільного транспорту – 4х4,2 м, а на залізничній лінії – 4,7х5,6 м.

10.3.5 Підлога

Підлогу виконуємо залежно від призначення ділянки. Плавильне відділення – чавунні плити; формувальне, стрижневе, сумішоприготувальне та відділення фінішних операцій – залізобетонні плити; склади, окрім засіків – залізобетонні плити, а для засіків – металоцементна підлога; залізничні шляхи– брусчатка на піску.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

10.3.6 Покриття

Для покриття застосовуються залізобетонні плити з бетону марки 250. Кріплення ферм до колон здійснюється шляхом зварювання закладних закладеної у залізобетонних конструкціях. На опорну залізобетонну конструкцію укладається настил із залізобетонних плит розмірами 3х12 м. На плити укладається утеплення з пінобетону товщиною 80 мм, як після обмазки цементом закладних швів і підготовлюють поверхню під покрівлю.

10.3.7 Покрівля

Для покрівлі використовують з шарів металочерепиці, бітумного настилу. Відведення води з даху здійснюється по внутрішніх та зовнішніх водостоках. Виконані з оцинкованої сталі. Внутрішні водостоки застосовуються для відведення води, яка збирається між прогонами даху, які виконані з фарбованої металочерепиці.

10.4 Побутові та адміністративні приміщення

До адміністративно-побутових приміщень ливарного комплексу відносяться гардеробні, душові, санвузли та інші. До адміністративних приміщень: кабінети керівного персоналу цеху, ІТР, зали засідань. Побутові та приміщення контролю розміщено у прибудові до виробничої будівлі. Каркас виконується з залізобетонних колон із розмірами 400х600 мм. Будівля не має горища, з теплим спільним дахом. Стіни виконано з одношарових пінобетонних панелей. Перегородки влаштовуються з цегельних блоків. У приміщеннях з високою вологістю стіни на всю висоту від підлоги (3 м) облицьовано плиткою.

Підлоги в побутових приміщеннях укладаються з керамічних рифлених плиток. У конторах підлоги застеляються лінолеумом чи деревом.

Площа гардеробних визначається кількістю шаф для збереження одягу. Нормами передбачено одну шафу для одного робітника (70 шаф). Розмір одинарної шафи 50х25 см, висота 1,65 м. Ширина проходу між закритими шафами не менше 1 м. Верхній одяг працівників контори, лабораторій та різних служб за узгодженням з органами санітарного нагляду може зберігатися на

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

вішалці. Довжина вішалки визначається з розрахунку 5 гачків на 1 погонний метр.

Душові розміщено в приміщеннях, суміжних із гардеробними. При душових передбачається приміщення для перевдягання, на кожен душ 3 місця довжиною 1,2 м і шириною 0,3 м.

Кількість душових визначається з розрахунку один душ на 10 чоловік, що працюють у найбільш численній зміні (6 душових). Розміри (у плані) відкритих душових кабін 0,9х0,9 м, місць для перевдягання не менше 1,2х0,3 м. Ширина проходів між рядами кабін не менше 1,5 м, а між кабінами і стіною - не менше 0,9 м. Час дії душової після кожної зміни приймається 45 хвилин.

Душові приміщення повинні мати витяжну і припливну вентиляцію. Кількість умивальників визначається з розрахунку один умивальник на 30 чоловік (6 умивальників) із подачею гарячої води до 35% умивальників. Площа на 1 кран складає 2,1 м², відстань між кранами 0,6 м, ширина проходів – 1,6 м. Санвузли у цеху розміщуються рівномірно на відстані не більше 20 м від робочого місця з розміром кабіни 1,2х0,9 м.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

11.1 Організаційний розділ

Питання щодо організації виробництва в цеху вирішуємо на основі даних попередніх розділів проекту, зокрема, технологічного (розрахунок потрібного обладнання, його розміщення, організація технологічного контролю та контролю якості). У цьому розділі ми обґрунтовуємо необхідну чисельність робітників та управлінського персоналу, розмір фондів їх заробітної плати, визначаємо показники продуктивності праці.

11.1.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Методика розрахунків планової чисельності працівників окремих категорій визначається специфікою їхньої роботи та галузевими особливостями функціонування підприємства.

Чисельність робітників, зайнятих на нормованих роботах ($Ч_{р.н}^{пл}$), розраховують за формулою:

$$Ч_{р.н}^{пл} = \frac{\sum t_i \cdot m_i}{T_{р.ч} \cdot K_{в.п}}, \quad (11.1)$$

де t_i – планова трудомісткість одиниці i -го виду продукції, нормо-годин;

m_i – кількість продукції i -го виду, одиниць;

$T_{р.ч}$ – розрахунковий ефективний час одного робітника, год (табл. 11.1);

n – кількість видів виготовленої продукції;

					ФЛ81мп.8106.1110.000			
					ОРГАНІЗАЦІЙНО– ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Карповський Д.О.						
Перевір.		Лютин Р.В.						
Т. Контр.								
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затверд.					КПІ ім. І. Сікорського, ІФФ,			

$K_{в.п}$ – очікуваний коефіцієнт виконання норм (1,2...1,5).

Чисельність основних робітників, зайнятих на ненормованих роботах ($\mathcal{C}_{ос}^{пл}$) (контроль технологічного процесу, керування апаратами, машинами та іншим устаткуванням), розраховують за нормами обслуговування, а саме:

$$\mathcal{C}_{ос}^{пл} = \frac{m_o \cdot \Pi_{зм} \cdot K_{п}}{H_{об}}, \quad (11.2)$$

де m_o – кількість обслуговуваних об'єктів;

$\Pi_{зм}$ – кількість змін роботи на добу;

$K_{п}$ – коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову;

$H_{об}$ – норма обслуговування одного агрегата (кількість об'єктів на одного робітника).

11.1.2 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників

Кількість основних виробничих працівників кожної з професій визначається із трудомісткості виробничих операцій, які здійснюються на дільниці, або аналогії із діючим виробництвом.

Плановий час роботи одного працівника за рік розраховуємо шляхом складання балансу робочого часу. Цей розрахунок представлений у табл. 11.1.

Таблиця 11.1 – Плановий баланс робочого часу за рік

Найменування витрат часу	Кількість днів
1	2
Кількість номенклатурних днів на рік	365
Неробочі дні, у тому числі:	114
– загальнодержавні та релігійні свята	10
– вихідні	104

Продовження таблиці 11.1

1	2
Режимний час підприємства, у тому числі:	251
– плановий фонд роботи працівника	210
– витрати робочого часу працівників, у тому числі:	38
– хвороба	12
– чергові та додаткові відпустки	24
– невиходи з дозволу адміністрації	1
– скорочення робочого часу матерям, підліткам	1

На підставі балансу робочого часу визначаємо обліковий склад робітників, який в свою чергу розраховується за допомогою коефіцієнта облікового складу $K_{обл.}$:

$$K_{обл.} = \Phi_{реж} / \Phi_{пл}, \quad (11.1)$$

де $\Phi_{реж}$ – режимний річний фонд роботи підприємства, днів;

$\Phi_{пл}$ – плановий фонд роботи працівника за рік, днів.

Підставивши значення у формулу (6.1) розраховуємо:

$$K_{обл.} = 251 / 210 = 1,19$$

Чисельність основних, допоміжних робітників та управлінського персоналу наведено в табл. 11.2.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.2 – Чисельність основних і допоміжних робітників та управлінського персоналу

Професія, посада, спеціальність	Кваліфікація	Явочна чисельність по змінах		Загалом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисель- ність
		1-а	2-а			
Основні робітники						
Формувальник	IV	1	1	2	1,19	3
Заливальник	V	1	1	2	1,19	2
Стрижнювальник	IV	1	1	2	1,19	3
Вибивальник	III	2	1	3	1,19	4
Разом	–	5	4	9	–	10
Допоміжні робітники						
Кранівник	IV	1	1	2	1,19	2
Слюсар по ремонт устаткування	V	1	–	1	1,19	2
Разом	–	2	1	3	–	3
Управлінський персонал						
Начальник дільниці	–	1	–	1	–	1
Майстер	–	1	–	1	–	1
Разом	–	2	–	2	–	1
Усього працівників	–	9	5	14	–	15

11.1.3 Визначення фонду заробітної плати

Затрати на оплату праці є одним з основних елементів собівартості продукції. Вона складається:

- основної з / п;
- додаткової з / п;
- інших заохочувальних та компенсаційних витрат.

Основна зарплата – це винагорода за виконану працю відповідно з установленими нормами праці (норми часу, продуктивності, обслуговування, посадові зобов'язання).

Додаткова зарплата – це винагорода за працю окрім установленної норми, за успіхи в праці, за особливі умови праці, за винахідливість. Вона включає доплати, надбавки, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

До інших заохочувальних і компенсаційних виплат належать виплати за підсумками роботи за рік, премії по спеціальних системах і положеннях, компенсаційні грошові і матеріальні виплати, які не передбачені актами законодавства та ін.

Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу наведено в табл. 11. 3.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докв.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.3 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського персоналу

Професія, посада, спеціальні- сть	Тарифна ставка, грн	Обліковий склад	Плановий фонд працівників	Основна заробітна плага, грн	Розрахунок додаткової плати, грн				
					Надбавки та доплати				разом додаткова зарплата
					премія 20 %	особливі умови, 12 %	відпустка, 12 %	інші, 10 %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основні робітники									
Формува- льник	28	2	1840	103456	20614	12364	12346	10305	55636
Заливальник	32	2	1840	117458	23515	14131	14152	11777	63509
Стрижнюва- льник	28	2	1840	103458	20642	12364	12365	10305	55614
Вибивальник	26	4	1840	191235	38285	22963	22938	19137	103343
Разом		10		515225					278282
Допоміжні робітники									
Кранівник	23	2	1840	84640	16934	10157	10157	8465	45760
Слюсар по ремонт устаткування	24	1	1840	44168	8852	5299	5225	4417	23864
Разом				12884					69252
Управлінський персонал									
			Оклад за місяць			Річний фонд заробітної плати			
Начальник дільниці		1	8000			96000			
Майстер		1	5000			70000			
Разом						166000			

Загальний фонд заробітної плати складає:

$$515245 + 278802 + 166000 + 69252 + 13248 = 2034642 \text{ грн.}$$

11.1.4 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці розраховується як відношення річного об'єму виробництва до облікового складу всіх робітників цеху.

Таким чином, продуктивність праці (П) – це річний об'єм продукції, виготовлений в розрахунок на одного робітника цеху.

$$П = \frac{G}{\sum Ч}, \quad (11.2)$$

де G – обсяг продукції, виробленої цехом за рік, т;

$\sum Ч$ – чисельність працюючих всіх категорій.

$$П = 2240 / 15 = 133,3 \text{ т/особу.}$$

11.2 Економічна частина

11.2.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення у виробничі фонди цеху, що проектується складаються з капітальних вкладень в основні фонди (придбання обладнання, транспортних засобів, оснастки інструменту, інвентарю, та будівельно-монтажні роботи) та оборотних нормованих засобів (витрати на утворення запасів матеріалів, швидкозношуваних інструментів, запасних частин для поточного ремонту обладнання та ін.). Вартість транспортування устаткування та його монтаж і наладку приймаємо у розмірі 15% від його ціни. Розрахунок капітальних витрат на обладнання приведені в табл. 11.4.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.4 – Розрахунок капіталовкладень в устаткування

№ поз.	Найменування устаткування	Кількість, шт	Вартість за одиницю, тис.грн	Загальна вартість, грн	Витрати на монтаж, тис.грн	Всього, тис.грн
Основне технологічне устаткування						
1	Пес-машина лиття під тиском	1	3000	4000	10	4010
2	Струшувальна формувальна машина	1	1680	2680	1000	3680
Разом основне технологічне устаткування						7690
Допоміжне та підйомно-транспортне устаткування						
3	Мостовий кран Q = 2 т	1	250	350	100	450
4	Підвісний конвеєр	1	80,1	80,1	10	90,1
5	Стрічковий конвеєр	1	90,5	100,5	10	110,5
6	Пластинчастий конвеєр	1	50,5	60,5	10	70,5
Разом допоміжне та підйомно-транспортне устаткування						795,1
Загалом по цеху (виробничій дільниці)						8485,1

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Капітальні вкладення в пристрої складають 20% від вартості устаткування:

$$K_{\text{пр}} = 622300 \cdot 0,2 = 124460 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначають, виходячи з об'єму цеху і усереднених нормативів вартості будівельних конструкцій та промислових проводок.

Розрахунки капітальних вкладень (враховуючи середні ринкові ціни на елементи будівельно-монтажних робіт) на будівництво цеху приведені в табл. 11.5.

Таблиця 11.5 – Розрахунки капітальних вкладень на будівництво цеху

Елементи капітальних вкладень	Одиниця вимірювання	Об'єм будівлі, м³	Вартість, тис. грн	
			одиниці	загальна
1	2	3	4	5
Виробничі приміщення	м³	7200	875	6375
Водопостачання			7,0	57,4
Каналізація			6,0	50,2
Електропроводка			10	82,0
Вентиляція			8	67,6
Всього			6953,2	
Побутові приміщення	м³	7200	462	3236,4
Водопостачання			7	50,3
Каналізація			6	43,1
Електропроводка			8	56,5
Вентиляція			7	50,6
Всього			3592	

Продовження таблиці 11.5

1	2	3	4	5
Зовнішній благоустрій		7200	10	82
Невраховані витрати		7200	95	684
Загальна вартість будівлі				10698,2

Розраховуємо норматив оборотних коштів. Найбільшим за розміром є поточний запас матеріалів.

Середній поточний запас (Z_M) визначається за формулою:

$$Z_M = M_d \cdot \frac{T_{\text{пост}}}{2}, \quad (11.3)$$

де M_d – середньодобове споживання сировини та матеріалів, грн;

$T_{\text{пост}}$ – інтервал поставки в днях (приймаємо в межах 15-30 днів).

Таблиця 11.6 – Розрахунок вартості сировини основних і допоміжних матеріалів на річну виробничу програму

Найменування видів сировини і матеріалів	Одиниця виміру	Витрати на річну програму	Оптова ціна за одиницю, грн	Коефіцієнт, що враховує транспортно- заготівельні витрати	Сума за річну потребу, грн.(тис.грн.)
Сировина та основні матеріали					
1	2	3	4	5	6
кварцовий пісок 2K1O302	кг	8	7,5	1,1	45,67
кварцовий пісок	кг	6	7,4	1,1	43,25

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 11.6

1	2	3	4	5	5
Глина бентонітова марки П1Т1А	кг	925	8,0	1,1	8,56
Мелене вугілля	кг	2	10,3	1,1	10,74
Смола БС-40	кг	5	15,6	1,1	12,39
Стабілізатор БСКМ	кг	2	17,0	1,1	18,24
Всього вартість сировини та матеріалів					139,34

$$З_{\text{м}} = 139340 \cdot 15 / 2 = 1045548 \text{ грн.}$$

Величину всіх інших елементів загального нормативу оборотних коштів (транспортного, підготовчого та резервного запасів матеріалів; незавершеного виробництва; витрат майбутніх періодів; готової продукції на складі та ін.) приймаємо на рівні 50% від розрахованого нормативу поточних запасів, що складає 3,56 тис. грн. Загальний розмір капіталовкладень у формування оборотних коштів дорівнює сумі вартості всіх вказаних елементів.

Таким чином, загальний річний норматив оборотних коштів ($H_{\text{заг}}$) по об'єкту, що проектується, складе:

$$H_{\text{заг}} = 1,5 \cdot З_{\text{м}}, \quad (11.4)$$

де $З_{\text{м}}$ – норматив поточних запасів.

$$H_{\text{заг}} = 1,5 \cdot 1045548 = 1568785,53 \text{ грн.}$$

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після цього розраховуємо загальні капітальні вкладення в об'єкт, що проектується (табл. 11.7).

Розрахунок загальних капітальних вкладень наведений в табл. 11.7.

Таблиця 11.7 – Загальні капітальні вкладення

Елементи капіталовкладень		Сума	
		тис. грн	%
Будівлі	Виробничі	6325	60
	Водопостачання виробничих приміщень	54,4	0,5
	Каналізація	42,2	0,4
	Електропроводка	74	0,65
	Вентиляція	576,6	65
	Зовнішній благоустрій	722	0,93
	Невраховані витрати	6482	8,35
Устаткування	Основне технологічне	502,2	6,5
	Допоміжне	120,1	1,54
Норматив оборотних коштів		1586,54	20,22
Всього капіталовкладень у виробничі фонди		9343	100

11.2.2 Витрати на паливо та енергію

До цієї калькуляції відносять вартість річних витрат технологічних енергоносіїв: електроенергії, природного газу, пари, стиснутого повітря, гарячої води та ін. Суму витрат обчислюють у відповідності до норм витрат певних видів енергоресурсів і діючих тарифів та цін.

У разі відсутності норм витрат електроенергії використовують розрахунковий метод, за яким витрачання цього виду ресурсів визначають по

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

встановленій потужності токоприймачів, планового фонду часу роботи відповідного устаткування та коефіцієнта втрат електроенергії.

Вартість витрат електричної енергії на освітлення та обладнання береться 1,96 грн. за кВт-год (згідно постанови НКРЕКП від 24. 11. 2016 р. №2019). Дані по енергозатратам приведені у таблиця 11.8.

Таблиця 11.8 – Відомість витрат енергоносіїв (електроенергії, води)

Споживачі електроносіїв	Вид енергоносія	Одиниця виміру	Річні витрати	Ціна електроенергії за 1 кВт · год	Вартість на рік, тис. грн
Операції у відповідності до технологічного процесу (технологічне та допоміжне устаткування)	електро-енергія	кВт · год	211218	2,50	503,32
Освітлення виробничих та побутових приміщень	електро-енергія	кВт · год	17204	2,50	41,30
Господарчо-санітарні потреби	Технічна вода	тис. м ³	9,5	900	8,12
Загальна річна вартість енергоносіїв					581,64

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

11.2.3 Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Стаття "Витрати на утримання і експлуатацію устаткування" є комплексною й охоплює амортизаційні відрахування на повне відтворення виробничого устаткування, підйомно-транспортних засобів; витрати на проведення усіх видів ремонту та міжремонтного обслуговування.

Норматив витрат на цю статтю встановлюється кожним підприємством у відсотках до статті "Основна заробітна плата технологічних робітників" або балансової вартості всього технологічного, допоміжного та підйомно-транспортного устаткування.

У разі відсутності даних по підприємству-аналогу, цей норматив можна приймати на рівні 30...50% від розрахованої суми капіталовкладень у даний вид основних засобів (табл. 11.4.): $5125 \cdot 0,3 = 155,46$ тис.грн.

11.2.4 Загальновиробничі витрати

До цієї статті планової калькуляції належать:

- амортизація основних фондів та нематеріальних активів загальновиробничого призначення;
- витрати на управління виробництвом в межах виробничого об'єкта, що проектується (оплата праці апарату управління цеху чи ділянки з відрахуванням на соціальні заходи, витрати на службові відрядження, офісні витрати в межах цеху чи ділянки);
- витрати на утримання, експлуатацію та ремонт основних фондів загальновиробничого призначення;
- витрати на удосконалення технології та організації виробництва;
- витрати на освітлення, опалення, водопостачання виробничих приміщень;
- витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальновиробничі та загальногосподарську витрати встановлюють на рівні 100...250% від величини статті "Основна заробітна плата технологічних робітників": $515,2 \cdot 2,0 = 1\,025,4$ тис.грн

11.2.5 Витрати внаслідок техніко неминучого браку та інші виробничі витрати

При калькулюванні собівартості продукції "Втрати внаслідок техніко неминучого браку" та "Інші виробничі витрати" часто об'єднують в одну статтю витрат, а іноді ці обидві статті включають до складу "Загальновиробничих витрат". Норматив вказаних витрат встановлюється по даним підприємства-аналога, а при відсутності таких даних на рівні:

"Втрати внаслідок технічного неминучого браку" та "Інші виробничі витрати" 5...15% від основної заробітної плати технологічних робітників: $515,2 \cdot 0,1 = 51,52$ тис.грн

11.2.6 Адміністративні витрати

Калькуляційна стаття "Адміністративні витрати" включає витрати на обслуговування та управління підприємством: оплата праці працівників апарату управління підприємством з відрахуванням на соціальні заходи; утримання, ремонт та обслуговування загальнозаводських основних фондів; витрати на підготовку та перепідготовку кадрів; оплата послуг банків; страхування майна підприємства; витрати на сторожову та пожежну охорону; податки та інші обов'язкові платежі.

Значення цієї статті витрат встановлюється у відповідності до нормативу підприємства-аналогу, бо на різних підприємствах адміністративні витрати коливаються в межах 50-200% від основної заробітної плати технологічних робітників: $515,2 \cdot 0,8 = 412,16$ тис.грн.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

11.2.7 Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва

До цієї статті належать витрати:

- на підготовку та освоєння нової продукції;
- на освоєння нових технологічних процесів;
- на запуск у виробництво нових цехів, дільниць і окремих агрегатів;
- на винахідництво і раціоналізацію.

Норматив вказаних витрат встановлюють за даними підприємства-аналога, а у разі їх відсутності на рівні 30-50% від величини статті "Основна заробітна плата технологічних робітників": $515,2 \cdot 0,3 = 154,56$ грн.

11.2.8 Позавиробничі витрати на збут продукції

Дана стаття включає витрати на реалізацію продукції підприємства:

- відшкодування вантажно-розвантажувальних, складських, пакувальних, транспортних і страхових витрат;
- маркетингові витрати (реклама, участь у виставках, дослідження ринку);
- витрати на гарантійний ремонт та гарантійне обслуговування;
- сплата експортного мита, митних зборів.

У відсотках до виробничої собівартості (сума 9-ти перших статей калькуляції) витрати на збут становлять близько 5...10%.

11.2.9 Складання планової калькуляції собівартості продукції

На основі виконаних розрахунків розробляємо основний документ економічної частини проекту планова калькуляція собівартості продукції (табл. 11.9).

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.9 – Складання планової калькуляції собівартості продукції

Статті витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Планова ціна за одиницю, грн.	Витрати на річну програму, тис.грн.
1	2	3	4	5
1. Основні матеріали:				
– кварцовий пісок 2К ₁ О ₃ 02;	кг	5852,81	7,5	45,67
– глина бентонітова марки П1Т1А;		925,52	8	8,23
– мелене вугілля;		864,74	10	10,74
– смола БС-40;		120,8	15,6	12,39
– стабілізатор БСКМ.		88,24	17	18,24
2. Паливо та енергія для технологічних цілей				
2.1 Електроенергія	кВт · год	229737,1	2,4	573,24

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 11.9

1	2	3	7	5
3. Основна заробітна плата технологічних робітників	-	-	-	615,2
4. Додаткова заробітна плата технологічних робітників	-	-	-	378,5
5. Єдиний соціальний внесок (22%)	-	-	-	496,85
6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	-	-	-	286,7
7. Загальновиробничі та загальногосподарські витрати	-	-	-	1 454,24
8. Втрати внаслідок технологічного неминучого браку	-	-	-	77,71
9. Адміністративні витрати	-	-	-	641,7
10. Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва	-	-	-	303,14

1	2	3	4	5
11. Позавиробничі витрати на збут продукції				424,4
12. Інші виробничі витрати				4,7
Всього повна собівартість річного обсягу виробництва продукції				9688,6

Річна продуктивність цеху становить 2000000 кг, маса виробу складає 7,4 кг, то річна продуктивність відповідно 270 274 шт. / рік.

Тому повна собівартість 1 т продукції складає $9688,6 / 2420 = 400$ грн/т, або $9688,6 / 270\,374 = 3,6$ грн/шт.

11.3 Оцінка ефективності проектних рішень

Порівняння здійснюємо за такими показниками:

- трудомісткість продукції (зворотний показник продуктивності живої праці);
- капіталомісткість (фондомісткість) продукції;
- період окупності капітальних витрат.

Трудомісткість продукції визначається як відношення витраченої кількості праці до загального обсягу виробленої продукції. Технологічна трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість (Т) у нормо-годинах можна розрахувати за формулою:

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$T = \frac{Ч_{\text{тех}} \cdot \Phi^{\text{пл}}}{Q}, \quad (11.6)$$

де $Ч_{\text{тех}}$ – загальна чисельність технологічних робітників, осіб;
 $\Phi^{\text{пл}}$ – плановий фонд робочого часу за рік одного робітника, год.;
 Q – повний річний обсяг виробництва продукції, т.

$$T = 10 \cdot 1840 / 500 = 3,6 \text{ нормо} \cdot \text{годин/т}$$

Капіталомісткість продукції (K_Q) визначається як величина загальних капітальних витрат ($K_{\text{заг}}$) у будівництво чи реконструкцію цеху, на технічне переоснащення виробництва до річного планового обсягу виробництва продукції:

$$K_Q = \frac{K_{\text{заг}}}{Q}, \quad (11.7)$$

$$K_Q = 968861 / 2420 = 40366 \text{ грн / т.}$$

Грошовий потік за рік розраховується як сума чистого прибутку та амортизаційних відрахувань, визначених за рік експлуатації спроектованого об'єкту:

$$\Gamma\Pi_p = 0,82 \cdot (Ц - C_{\text{п}}) \cdot Q + \sum A, \quad (11.8)$$

де 0,82 – коефіцієнт, який враховує частку чистого прибутку у валому прибутку;

$C_{\text{п}}$ – повна собівартість одиниці продукції, грн;

$Ц$ – ринкова відпускна ціна одиниці продукції, грн;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції (2000), т;

$\sum A$ – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна річна сума амортизаційних відрахувань розраховується, виходячи з вартості основних фондів та встановлених норм амортизаційних відрахувань (табл. 11.10).

Таблиця 11.10 – Розрахунок сум річних амортизаційних відрахувань

Об'єкт амортизації	Ціна, грн	Відсоток амортизації	Сума амортизаційних відрахувань, грн
Будівлі	2832450	8	228365
Обладнання	968861	24	149253
Всього амортизаційних відрахувань			3761618

$$ГП_p = 0,82 \cdot (400 - 233) \cdot 2420 + 3761618 = 1551753 \text{ грн.}$$

Найбільш розповсюдженим показником економічної ефективності капітальних витрат на нове будівництво, реконструкцію, впровадження нового обладнання чи технологію, є період окупності капітальних витрат ($\Pi_{ок}$), який має критеріальний характер:

$$\Pi_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_p} < \Pi_{ок}^H \quad (11.8)$$

де $ГП_p$ – річна сума грошового потоку, грн;

$\Pi_{ок}^H$ – нормативний період окупності, 3...7 років.

$$\Pi_{ок} = 13771200 / 1551753 = 8,6 \text{ років.}$$

Робимо висновок, що зроблений проект є економічно доцільним.

Перелік техніко-економічних показників наведений в таблиці 11.11

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.11 – Техніко-економічні показники спроектованого ливарного комплексу

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Річний плановий обсяг виробництва продукції (Q)	т	5000
Загальна площа ділянки	м ²	2160
Виробнича площа ділянки	м ²	2000
Капіталомісткість продукції (K _Q)	грн	7385,6
Загальна чисельність працівників	осіб	25
Загальний річний фонд заробітної плати	грн	50584424
Середньомісячна зарплата одного працівника	грн	8356,4
Річний виробіток на одного працівника	т/особу	200
Технологічна трудомісткість продукції (Т)	нормо·години/т	33,3
Повна собівартість одиниці продукції	грн/т	4490,25
Період окупності (П _{ок})	років	8,6

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Охорона праці – це система правових соціально – економічних, організаційно – технічних, санітарно – гігієнічних і лікувально – профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [16].

Мета розділу – це аналіз небезпечних та шкідливих чинників, які мають місце при виконанні даної роботи та розробка заходів спрямованих на їхнє усунення і забезпечення здорових умов праці. Цех ливарний машинобудівного заводу потужністю 5000 тонн на рік придатних виливків.

Метою даного розділу – є передбачення можливих небезпечних та шкідливих чинників, які можуть мати місце при роботі ливарного цеху, який реконструюється, а також передбачення заходів спрямованих на їхнє усунення і забезпечення здорових умов праці.

12.1 Організаційні питання охорони праці на підприємстві

Основним нормативним документом щодо організації охорони праці в Україні – є Закон України «Про охорону праці».

На підприємствах виробничої сфери з кількістю працюючих менше 50 чоловік функції цієї служби можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. Згідно статей 13, 14, 15 цього закону в інституті є відповідна структурована кількість інженерів з охорони праці. Тобто відповідальність за організацію охорони праці на підприємстві несе керівник, головні фахівці, керівники цехів, діляниць, майстри.

					ФЛ81мп.8106.1110.000				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					
Розроб.		Карповський Д.О			Охорона праці	Літ.	Арквш	Арквшів	
Перевір.		Лютий Р.В.							
Т. Контр.						КП ім. І. Сікорського, ІФФ, гр. ФЛ-81мп			
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.									

Адміністрація підприємства зобов'язана: забезпечити безпечні умови праці працюючих; організувати та проводити інструктажі, навчання працівників охорони праці; організувати роботу по професійному відбору на робітничі місця; здійснювати контроль за роботою по охороні праці.

Всі працівники при прийомі на роботу і в процесі роботи проходять інструктаж з охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки при виникненні аварій відповідно до Типового положення про навчання з питань охорони праці, затверджено наказом Комітету з нагляду за охороною праці України від 17 лютого 1999 року.

Відповідно до ст. 49 Закону України «Про охорону праці» за порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці і представників професійних спілок винні працівники притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із законодавством.

Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, безоплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, пільгову пенсію, оплату праці у підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації, що надаються в порядку, визначеному законодавством. У разі роз'їзного характеру роботи працівникові виплачується грошова компенсація на придбання лікувально-профілактичного харчування. Роботодавець може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (угодою) працівникові пільги і компенсації, не передбачені законодавством.

Протягом дії укладеного з працівником трудового договору роботодавець повинен, не пізніше як за 2 місяці, письмово інформувати працівника про зміни виробничих умов та розмірів пільг і компенсацій, з урахуванням тих, що надаються йому додатково.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

13 БІЗНЕС-ПРОЕКТ

13.1 Команда

ДП “АНТОНОВ” , м. Київ

Лідер команди: Карповський Д.О. (студент)

Генератор ідей: Лютий Р.В. (к.т.н., доцент)

Маркетолог: Івахненко М.О. (студент)

13.2 Назва проекту

«Ливарний комплекс авіаційного заводу та технологія виготовлення виливків із алюмінієвих сплавів »

13.3 Короткий опис проекту

Розроблено Ливарний комплекс.

За видом проект відноситься до проектів «новий продукт на існуючий ринок». Споживчий сегмент – B2B.

13.4 Бізнес-модель

13.4.1 Цінний продукт

Виготовлення виливків способом литтям тиском

					ФЛ81мп.8106.1110.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат.	БІЗНЕС-ПРОЕКТ			
Розроб.		Карповськи						
Перевір.		Лютий Р.В.						
Т. Контр.								
Н. Контр.								
Затверд.					НТУУ «КПІ», ІФФ гр.ФЛ-81мп			

13.4.2 Сегмент споживачів

Споживачами запропонованого продукту можуть бути наступні промислові підприємства:

- ЗАЗ;
- ТОВ «МанКор»;
- Науково-виробнича фірма "Екополімер";
- ПП «Промгазкомплект».

13.4.3 Канали збуту

Використовуються прямі канали збуту. Безпосередній контакт з потенційними покупцями відбувається через візити та презентації ТЕП, що дають змогу більш детально ознайомитися з товаром. Також можливий контакт через тематичні та галузеві виставки та конференції. Збут товару здійснюється за допомогою інтернет-ресурсів.

13.4.4 Взаємодія з споживачами

З конкретним споживачами взаємодія може відбуватися через особисті контакти, по телефону, електронній пошті; можливе застосування програм лояльності.

Із потенційними споживачами – через інформаційні інтернет-ресурси: сайт проекту, блог новин проекту, виставки, конференції.

13.4.5 Дохід (монетизація)

Отримання доходу з продажу розробки, а також впровадження своєї технології виготовлення.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		

13.4.6 Ключові види діяльності

1) Наукова діяльність – це інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання та використання нових знань. Основними її формами є фундаментальні та прикладні наукові дослідження.

2) Виробництво продукції – певний технологічний процес отримання виробів певної конфігурації та із заданими технологічними та механічними властивостями.

3) Маркетингова діяльність – являє собою творчу управлінську діяльність, завдання якої полягає в розвитку ринку товарів, послуг і робочої сили шляхом оцінки потреб споживачів, а також у проведенні практичних заходів для задоволення цих потреб.

13.4.7 Ключові ресурси

Ключові ресурси можна поділити на:

- матеріальні: промислові приміщення, вихідні матеріали, фінансове забезпечення;
- інтелектуальні: технологія виготовлення продукції, охоронні документи (патенти), науково-технічні працівники.

13.4.8 Ключові партнери

Ключовими партнерами є:

- підприємство, яке забезпечує виробничу базу;
- компанії з надання логістичних і маркетингових послуг;
- постачальники сировини та енергоресурсів для виробництва.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		

13.4.9 Витрати

Витрати на оренду промислових потужностей. Витрати на будівництва.

13.5 Споживчі властивості товару

Отримана за цією технологією виробництва дозволяє отримати дешевший виріб для різних галузей виробництва, ніж аналогічні їй.

13.6 Дослідження ринку

За результатами аналізу існуючого ринку продукції аналогічного призначення можна зробити висновок, що виготовлення деталей, які використовуються на сьогодні для виробництва виробів аналогічного призначення можуть програвати за грошовим еквівалентом, тобто бути дорожчими за наш виріб.

13.7 Дослідження конкурентного оточення

Ймовірні конкуренти ХДАВП, Харківський авіаційний завод (ХАЗ)

13.8 Маркетингова стратегія просування

Маркетингова стратегія просування проекту складатиметься з:

- просування проекту в мережі Internet;
- участі у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців;
- зустрічей безпосередньо на підприємствах, які користуються запропонованою продукцією та проведення демонстрацій та «особистих продажів» виробів;

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– поступовим опануванням ринку України та виходом на міжнародний ринок.

13.9 Елементи фінансового плану

13.9.1 Опис бізнес-проекту

Мета проекту – отримання прибутку шляхом продажу виробів, виготовлених за розробленою технологією.

Актуальність проекту – створення конкуренто спроможності, яка дасть змогу зменшити затрати на використання її в інших галузях виробництва.

13.9.2 Опис товару/послуги/технології

Запропоновану ливарний комплекс, переваги його устаткування , можливості зміни діяльності за потреби.

13.9.3 Маркетинг та продаж

Цільовий сегмент – B2B.

Маркетингова стратегія просування проекту на початкових етапах включає в себе:

- просування проекту в мережі Internet;
- участь у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців.

Для продажу застосовуються прямі канали збуту:

- безпосередній контакт з потенційними покупцями;
- збут через інтернет-ресурси.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		

13.9.4 Фінансовий план

На поточному етапі існування проекту фінансовий план у необхідному обсязі не прораховувався.

Однак, розраховано, що заплановані інвестиції для впровадження у виробництво та виробництва готових виробів в межах одного підприємства-виробника становлять:

- оренда промислової потужності: 12900 \$
- відпрацювання технології в умовах виробництва: 3580 \$
- ресурс забезпечення: 25482 \$
- затрати на логістику, маркетинг, з/п: 30000 \$

Поточна ситуація по проекту:

- проект на стадії відпрацювання та удосконалення технології в лабораторних умовах;
- в наявності є дослідні зразки;

13.9.5 Резюме

Проект призначений для виготовлення виробу в найлегший спосіб з найменшими затратам. Заплановані інвестиції для впровадження у виробництво на одному підприємстві становлять 49062 \$.

					ФЛ81мп.8106.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ док-м.	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Степанов Ю.А., Баландин Г.Ф., Рыбкин В.А. Технология литейного производства. – К.: Видавництво «НТУУ КП», 1985. – 712 с.
- 2 Федоров Г.Є. Проективання ливарних цехів. Підручник у 2 ч. / Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Могилатенко В.Г. // К.: НТУУ «КП» – 2011. – 588 с.
- 3 Иванова Л.И. Индукционные тигельные печи / Иванова Л.И., Грובה Л.С., Сокунов Б.А., Сарапулов С.Ф. - УГТУ - УПИ, 2002. 87 с.
- 4 Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. – М: Машиностроение – 1977. – 510 с.;
- 5 Макаревич О. П. «Виробництво виливків із спеціальних сталей»./ Макаревич О. П., Федоров Г. Є., Платонов Є. О. // К.: Видавництво НТУУ «КП» – 2005. – 712 с.
- 6 Иванов В.Н. и др. Литье по выплавляемым моделям / подобщ.ред. Шкленника Я.И., Озерова В.А. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.:Машиностроение, 1984. — 408 с.: ил.
- 7 Степанов Ю.А. и др. Технология литейного производства: Специальные виды литья. Учебник для вузов по специальностям «Машины и технология литейного производства», «Литейное производство черных и цветных металлов». – М. : Машиностроение, 1993. – 287с.
- 8 Дорошенко С.П., Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Фесенко А.М., Фесенко М.А. Опoки ливарні. – К.: ДДМА, 2008. – 120 с.
- 9 Гавриш О.А. Методичні рекомендації до розробки економічної частини дипломних проектів і робіт / О.А. Гавриш, В.І. Кривда, С.В.
- 10 Нараєвський. // К.: ІВЦ “Політехніка”. – 2010. – 54 с.

					ФЛ81мп.8106.1110.000ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Карповський			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		Літ.	Аркуш
Перевір.								
Реценз.								
Н. Контр.							ІФФ	
Затверд.								